

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CARLA PEDROSO DE MORAES

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E BIOLOGIA DE *Neoleucinodes elegantalis*
(GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CULTIVO DE TOMATE (*Solanum
lycopersicum* L.)**

**CURITIBA
2014**

CARLA PEDROSO DE MORAES

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E BIOLOGIA DE *Neoleucinodes elegantalis*
(GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CULTIVO DE TOMATE (*Solanum
lycopersicum* L.)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Ciências.

Orientador: Dr. Luís Amilton Foerster

**CURITIBA
2014**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL



PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pela candidata **CARLA PEDROSO DE MORAES**, sob o título **"FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E BIOLOGIA DE *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) EM CULTIVO DE TOMATE *Solanum lycopersicum* L."**, para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Tese.

Curitiba, 24 de Março de 2014.

Professora Dra. Louise Larissa May De Mio
Coordenadora do Programa

Professor Dr. Eduardo Novaes Ramires
Primeiro Examinador

Professora Dra. Cristina Gonçalves de Mendonça
Segunda Examinadora

Professor Dr. Bráulio Santos
Terceiro Examinador

Dr. Alex Sandro Poltronieri
Quarto Examinador

Professor Dr. Luís Amilton Foerster
Presidente da Banca e Orientador

“A verdadeira força consiste em ter a coragem de agir quando se tem grandes medos, dúvidas ou desejos alternativos”.

Santo Agostinho

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas bênçãos recebidas e por todas as oportunidades colocadas em meu caminho.

Aos que acreditam a cada dia na minha capacidade, meus pais, Arlete e Victor, pelo amor, carinho e compreensão.

À minha irmã Joseli e aos meus irmãos: Paulo, Marcelo, Júlio e em especial ao Hugo, pela sua incansável prontidão logística durante a realização deste trabalho... Também aos sobrinhos queridos, especialmente ao Juan Henrique, que muitas vezes me acompanhou nas coletas de campo.

Ao verdadeiro orientador professor Dr. Luís Amilton Foerster pela sua motivação, perseverança e paciência ao longo desse processo.

Aos membros da banca de pré-defesa e defesa: Dr. Alex Sandro Poltronieri, Dr. Marcos Antonio Dolinski, Dra. Marion do Rocio Foerster, Dra. Cristina Gonçalves de Mendonça, Dr. Eduardo Novaes Ramires e Dr. Bráulio Santos pela contribuição na melhoria do trabalho com correções e sugestões.

À professora Dra. Adriana Martinelli Seneme e aos Mestres João de Castro Nowacki e José Carlos Maria, incentivadores ao meu ingresso no curso de Pós-graduação, pelas orientações quanto a concursos e oportunidades profissionais.

À secretária do curso de Pós-graduação em Agronomia, Lucimara Antunes, pela atenção e paciência dedicada.

Aos colegas do Laboratório de Controle Integrado de Insetos (LCII-UFPR): Aparecida, Juliana, Milena, Diones, Fernanda, Karen, Karine e Léo, pelas horas de trabalho e descontração, especialmente a Flavia por estarmos neste mesmo barco, por colaborar sempre e possibilitar as idas e vindas das coletas de campo em São José dos Pinhais-Pr. Muito obrigada!

Aos extensionistas: Mauricio da Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento de São José dos Pinhais-Pr e ao Alexandre da Emater-Pr, que por intermédio de vocês foi possível conhecer os agricultores orgânicos: Sr. Massatoshi e Sra. Sumaco Shiono, os quais oportunizaram a realização dos experimentos nas suas áreas de produção. Muito obrigada!

Aos agricultores da agricultura convencional de Almirante Tamandaré-Pr: Leoni, Marcos Zinher e família, muito obrigada, pois devo muito a vocês por permitir o acesso nas suas áreas de produção para a realização dos experimentos.

À Dra. Marion por sempre interceder na Centran (Central de transportes da UFPR), para agendar o transporte possibilitando as coletas de campo, sua ajuda foi fundamental.

Obrigada aos queridos professores da Disciplina Entomologia Agrícola (BZ014): Dra. Maria Christina de Almeida, Dra. Sonia Maria Noemberg Lázzari e Dr. Germano Henrique Rosado-Neto, juntamente com o Professor Luís Amilton Foerster, os quais me ensinaram e incentivaram a conhecer e aprimorar os conhecimentos na área de entomologia agrícola.

Ao Dr. José Henrique Pedrosa de Macedo – UFPR, ou simplesmente Professor Pedrosa, pelas nossas invenções e por autorizar o uso da casa-de-vegetação para o plantio de tomate.

Ao Departamento de Botânica – UFPR, na pessoa do Professor Gedir de Oliveira Santos por permitir o uso da casa-de-vegetação para o plantio de tomate.

À técnica Denise do Laboratório de Zoologia pela paciência e disposição nas horas necessárias e também a Maria Aparecida (Cida) do Departamento, pelo seu carinho e prontidão sempre.

À Universidade Federal do Paraná pelo crescimento profissional e a Capes pela bolsa concedida.

Aos amigos e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, muito obrigada!

**FLUTUAÇÃO POPULACIONAL E BIOLOGIA DE *Neoleucinodes elegantalis*
(GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CULTIVO DE TOMATE (*Solanum
lycopersicum* L.)**

RESUMO

A broca-pequena-do-tomate, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) é uma das pragas mais importantes das solanáceas, no Brasil e em outros países da região Neotropical devido ao dano direto ocasionado ao fruto. O desenvolvimento larval ocorre dentro do fruto, fato este que a protege dificultando ações de controle. Nesse contexto, a adoção de métodos de controle alternativos é importante para a elaboração de um plano de manejo integrado para a espécie. A presente tese teve por objetivo estudar a biologia, sobrevivência e reprodução de *N. elegantalis* em diferentes cultivares de tomate, hospedeiros cultivados e silvestres, bem como a sua biologia em diferentes temperaturas e a sua flutuação populacional em cultivos de tomate em dois municípios da mesorregião metropolitana de Curitiba. O estudo realizado em cultivo comercial orgânico e convencional demonstrou que apesar da disponibilidade de alimento em plantios iniciados na primavera, a ocorrência da praga tem início na frutificação plena do tomate cultivado no verão estendendo-se até o outono. Este cultivo de verão é afetado pela alta densidade larval atingindo o nível de ação em todas as safras acompanhadas, tanto em plantio orgânico como convencional. O estudo também demonstrou que *N. elegantalis* é capaz de completar o ciclo biológico em diferentes hospedeiros, utilizando solanáceas cultivadas e silvestres. Para a região subtropical do Brasil o número de gerações de *N. elegantalis* é reduzido, podendo ser associado ao aumento da latitude. Este fato pode explicar a presença de *N. elegantalis* o ano todo em regiões tropicais, as quais apresentam médias de temperaturas maiores que as registradas na região subtropical.

PALAVRAS-CHAVE: Broca-pequena-do-tomate; constante térmica; hospedeiros.

**POPULATION FLUCTUATION AND BIOLOGY OF *Neoleucinodes elegantalis*
(GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) CULTIVATION OF THE TOMATO
(*Solanum lycopersicum* L.)**

ABSTRACT

The small tomato borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) is one of the most destructive pests of Solanaceae, in Brazil and other South American countries. The larval development occurs inside the fruit, a fact that protects hampered control actions. In this context, the adoption of alternative control methods is important for the development of an integrated management plan for the species. This thesis aimed to study the biology, survival and reproduction of *N. elegantalis* in different tomato cultivars, cultivated and wild hosts, as well as different temperatures and population dynamics in tomato crops in the Metropolitan Region of Curitiba. The study of organic and conventional commercial cultivation showed that despite the availability of food in plantations started in the spring, pest occurrence begins in full fruiting tomato grown in summer extending into the fall. This summer crop is affected by high larval density reaching the level of action in all crops together, both organic and conventional planting. The study also demonstrated that *N. elegantalis* is able to complete the life cycle in different hosts, using cultivated and wild solanaceous plants. The subtropical region of Brazil the number of generations of *N. elegantalis* is reduced and may be associated with increased latitude. This may explain the presence of *N. elegantalis* all year in tropical regions, which have average temperatures greater than those recorded in the subtropical region.

KEY-WORDS: Small tomato borer; thermal constant; hosts.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	XII
LISTA DE FIGURAS.....	XV
INTRODUÇÃO GERAL.....	16
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
REFERÊNCIAS.....	28

CAPÍTULO I

FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Neoleucinodes elegantalis* GUENÉE (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DE TOMATE

RESUMO.....	36
ABSTRACT.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAL E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	52

CAPÍTULO II

DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM TRÊS CULTIVARES DE TOMATE (*Solanum
lycopersicum* L.)

	Página
RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	57
INTRODUÇÃO.....	58
MATERIAL E MÉTODOS.....	59
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
REFERÊNCIAS.....	68

CAPÍTULO III

DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E NÚMERO DE GERAÇÕES DE *Neoleucinodes
elegantalis* (GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM FUNÇÃO DA
TEMPERATURA

RESUMO.....	72
ABSTRACT.....	73
INTRODUÇÃO.....	74
MATERIAL E MÉTODOS.....	75
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
REFERÊNCIAS.....	85

CAPÍTULO IV**SOBREVIVÊNCIA, DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE *Neoleucinodes elegantalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM SOLANÁCEAS CULTIVADAS E SILVESTRES**

	Página
RESUMO.....	90
ABSTRACT.....	91
INTRODUÇÃO.....	92
MATERIAL E MÉTODOS.....	93
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	96
REFERÊNCIAS.....	103
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO I

Tabela 1. Produtos utilizados no cultivo convencional de tomate estaqueado no controle de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> , durante as safras de 2010/11, 2011/12 e 2012/13.....	42
Tabela 2. Análise de regressão múltipla para fatores abióticos na densidade de larvas de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> em área orgânica de tomate durante as safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13, município de São José dos Pinhais, Paraná.....	44
Tabela 3. Média (\pm DP) de larvas e adultos de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> amostradas semanalmente nas safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13 em cultivos de tomate orgânico em São José dos Pinhais e Convencional em Almirante Tamandaré, Paraná.....	46
Tabela 4. Análise de regressão múltipla para fatores abióticos na densidade de larvas de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> em área de produção convencional de tomate durante as safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13, município de Almirante Tamandaré, Paraná.....	48

CAPÍTULO II

Tabela 1. Tempo médio em dias (\pm EP) fases de ovo, larva, pré-pupa, pupa e peso de pupa (miligramas) de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> em três cultivares de tomate; 20 ± 1 °C; $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.....	62
---	----

Tabela 2. Duração média (\pm EP) dos períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade em número de ovos por fêmea e percentual de fertilidade de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> em três cultivares de tomates; 20 ± 1 °C; $60\pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.....	65
--	----

Tabela 3. Médias (\pm EP) em dias para longevidade de fêmeas e machos de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> em três cultivares de tomates; 20 ± 1 °C; $60\pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.....	66
--	----

CAPÍTULO III

Tabela 1. Duração média (\pm EP) dos estágios imaturos (dias) e peso médio (\pm EP) de pupas (miligramas) de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> criadas em temperaturas constantes, alimentadas na fase larval com tomate híbrido Paronset.....	79
---	----

Tabela 2. Número estimado de gerações de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> em diferentes regiões do Brasil ao longo do ano em função de parâmetros abióticos.....	81
--	----

Tabela 3. Duração média (\pm EP) dos períodos de pré-oviposição e oviposição em dias, fecundidade em número de ovos por fêmea e percentual de fertilidade de ovos de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> em temperaturas constantes.....	82
--	----

Tabela 4. Médias (\pm EP) em dias para longevidade de fêmeas e de machos de <i>N. elegantalis</i> em temperaturas constantes.....	83
--	----

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Duração média (\pm EP) dos estágios imaturos em dias, peso das pupas (\pm EP) em miligramas e percentagem de sobrevivência de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> alimentada em diferentes hospedeiros na fase larval; temperatura de 20 ± 1 °C; umidade relativa de $60\pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.....	97
---	----

Tabela 2. Duração média (\pm EP) dos períodos de pré-oviposição e oviposição em dias, número de ovos por fêmea e fertilidade de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> alimentada em diferentes hospedeiros na fase larval, temperatura de 20 ± 1 °C; umidade relativa de $60\pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.....	98
--	----

Tabela 3. Duração média (\pm EP) em dias para longevidade de fêmeas e machos de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> criadas na fase larval em diferentes hospedeiros, temperatura de 20 ± 1 °C; umidade relativa de $60\pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.....	99
---	----

Tabela 4. Parâmetros estimados da tabela de vida de fertilidade de <i>Neoleucinodes elegantalis</i> alimentada em diferentes hospedeiros; temperatura de 20 ± 1 °C; umidade relativa de $60\pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.....	100
---	-----

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I

Figura 1. Flutuação populacional de larvas de *Neoleucinodes elegantalis* em cultivo orgânico de tomate durante as safras de 2010/11 (A); 2011/12 (B) e 2012/13(C) no município de São José dos Pinhais, Paraná; NA= Nível de ação; ↓ = Aplicação de inseticida..... 45

Figura 2. Flutuação populacional de larvas de *Neoleucinodes elegantalis* em cultivo convencional de tomate estaqueado durante as safras de 2010/11 (A); 2011/12 (B) e 2012/13(C) no município de Almirante Tamandaré, Paraná; NA= Nível de ação; ↓ = Aplicação de inseticida..... 49

CAPÍTULO II

Figura 1. Adultos de *Neoleucinodes elegantalis*: fêmea (A) e macho (B)..... 60

Figura 2. Gaiola plástica utilizada para individualização dos casais de *Neoleucinodes elegantalis*..... 61

CAPÍTULO III

Figura 1. Equação linear do desenvolvimento de ovo, larva, pupa, ciclo evolutivo, temperatura base e constante térmica de *Neoleucinodes elegantalis*..... 80

CAPÍTULO IV

Figura 1. Frutos das solanáceas cultivadas: berinjela cultivar Nápoli (A), Jiló cv. Morro Grande (B), tomate cv. Cereja Coco (C) e silvestres: jurubeba (D) e *Solanum* sp. (E) utilizados como hospedeiros na sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de *Neoleucinodes elegantalis*..... 94

1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das olerícolas mais difundidas no mundo. As perspectivas para a evolução da cultura são promissoras, tendo em vista o potencial de mercado do tomate orgânico e convencional, tanto da forma *in natura* quanto industrializada (BORGUINI, 2006).

Nas últimas décadas, a tomaticultura nacional vivenciou diversas mudanças, como a introdução de novas variedades e híbridos, o desenvolvimento de novas tecnologias de produção, a alteração do perfil do produtor e o surgimento de uma nova estrutura de comercialização. Estas mudanças permitiram o incremento da produção, diminuindo perdas pós-colheita e a comercialização do produto a mercados mais distantes (SILVA & MARTINI, 2006).

A produção mundial de tomates em 2011 foi de 151,70 milhões de toneladas, a produção brasileira contribuiu com 4,41 milhões de toneladas ocupando a oitava posição, correspondendo a cerca de 3% do total mundial (FAO, 2013). A região Sudeste é a principal região produtora com 48,4%, seguida pelas regiões Centro-Oeste com 25,4%, Nordeste com 14,3%, Sul com 11% e Norte com 0,8% (IBGE, 2012).

Um dos fatores limitantes à produção de tomate é a ocorrência de pragas, destacando-se a broca-pequena-do-tomate, *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae) praga-chave do tomateiro no Brasil, Venezuela e Colômbia (SALAS et al., 1991; MORAIS et al., 2007; PICANÇO et al., 2007). É um inseto com extensa distribuição na região Neotropical (LEIDERMAN & SAUER, 1953; EPPO, 2013) e tem status de praga quarentenária nos EUA (ESPINOZA, 2008; EPPO, 2013), situação que limita a exportação de frutos provenientes da América do Sul (DÍAZ, 2009). No Brasil, a primeira constatação da existência de *N. elegantalis* foi feita por Costa Lima em 1922 no Nordeste (TOLEDO, 1948) e atualmente assume status de uma das principais pragas do tomate estaqueado no país (JORDÃO & NAKANO, 2000).

O dano é direto, caracterizado por apenas uma larva no interior do fruto (TOLEDO, 1948) e prejuízos são relatados na ordem de 79% (MIRANDA et al., 2005) e 90% da produção (CARNEIRO et al., 1998). O comportamento biológico da espécie dificulta o seu

controle, pois, segundo Blackmer et al. (2001) a fêmea deposita os ovos preferencialmente sob as pétalas de frutos verdes pequenos, com diâmetro médio de 23 milímetros. Em condições de campo, após cinco dias, a larva eclode e penetra no fruto, entre a primeira e a segunda hora do dia, e aí permanece por aproximadamente 30 dias. Assim, a praga de hábito extremamente carpófago, fica protegida durante a fase larval, quando causa maiores danos.

O método de controle mais usado é o controle químico (BENVENGA et al., 2010), o qual devido ao desconhecimento de aspectos da biologia de *N. elegantalis* e as dificuldades de controlá-la contribuem para o uso indiscriminado de inseticidas, chegando em casos extremos de duas a três aplicações semanais, totalizando até 36 aplicações por cultivo (PICANÇO et al., 1997).

Além do tomate, outras solanáceas apresentam-se como hospedeiros de *N. elegantalis*, conforme relatado por Toledo (1948) e Zucchi et al. (1993) como berinjela (*Solanum melongena*), pimentão (*Capsicum annuum*) e jiló (*S. ovigerum*). Na cultura do jiló, Picanço et al. (1997) verificaram a presença de todos os estágios de *N. elegantalis*. Os frutos de algumas plantas daninhas da Família Solanaceae também são potenciais hospedeiros da praga, tais como os frutos do joá grande (*Solanum ovigerum*), joá pequeno (*S. reflexus*), joá vermelho (*S. ciliatum*), joá doce (*S. sisymbriifolium*) e da jurubeba (*S. paniculatum*) (ZUCCHI et al., 1993). O fato de *N. elegantalis* ser especialista, alimentando-se apenas de frutos de solanáceas e o plantio do tomateiro ser escalonado são condições que favorecem o desenvolvimento da praga em determinadas regiões produtoras e intensifica a necessidade do controle sistemático.

Baseado na revisão literária realizada verifica-se a falta de estudos sobre o monitoramento, o comportamento e o controle de *N. elegantalis* para a região subtropical do Brasil. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a flutuação populacional da praga em áreas de cultivos de tomate orgânico protegido no município de São José dos Pinhais-Pr e convencional a campo no município de Almirante Tamandaré-Pr, comparar seu desenvolvimento biológico em diferentes cultivares, hospedeiros cultivados e silvestres, bem como em temperaturas diferentes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Pragas de importância econômica do tomateiro

As pragas que causam injúrias no tomateiro podem ser divididas em dois grupos. O primeiro é representado pelos vetores de viroses e o segundo pelos lepidópteros (traças, brocas e lagartas desfolhadoras) e dípteros (minadores). Entre os vetores de viroses, encontram-se os pulgões *Myzus persicae* e *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae), os tripses *Frankliniella schultzei* e *F. occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) e a mosca-branca *Bemisia* spp. (Hemiptera: Aleyrodidae), as quais são consideradas pragas-chave do tomateiro, juntamente com a broca-pequena-do-tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) e a traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) (SILVA et al., 2000). Além dessas pragas, a broca-grande *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) e mosca-minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) e os ácaros *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) são consideradas de importância secundária (GALLO et al., 2002).

N. elegantalis é uma praga-chave do tomate, presente também em outras solanáceas cultivadas (por exemplo, berinjela, jiló e pimentão) que ocorrem nas Américas do Sul, do Norte e Central (EPPO, 2013). Sua importância econômica deve-se ao dano direto causado ao fruto, que é o produto comercializável, causando perdas tanto quantitativas quanto qualitativas.

2.2- Aspectos biológicos de *Neoleucinodes elegantalis*

Os adultos de *N. elegantalis* segundo as descrições de Carneiro et al. (1998), são mariposas de 25 mm de envergadura com asas brancas e ligeiramente transparentes (Figura 1). As asas anteriores apresentam na parte mediana três manchas irregulares de coloração marrom e no ápice, uma de cor avermelhada. As asas posteriores são ornadas com alguns pontos escuros quase pretos e no ápice uma mancha de cor preta menos intensa.

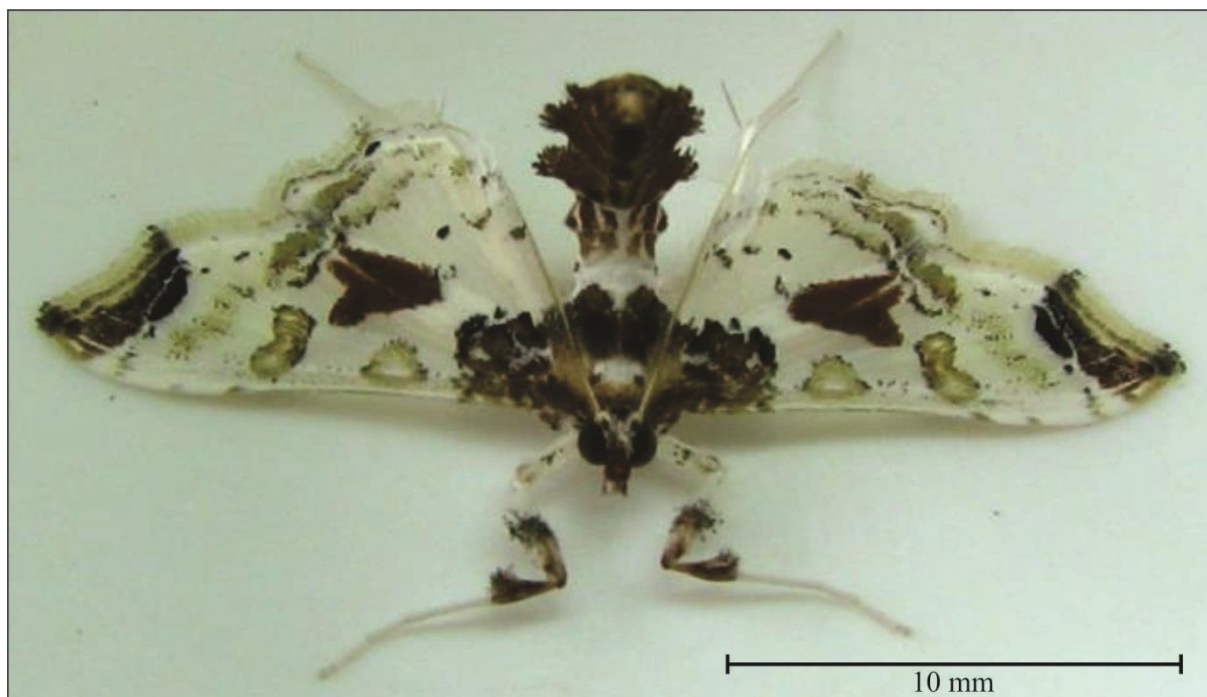


Fig. 1. Adulto de *Neoleucinodes elegantalis*.

O corpo e as antenas são pardas esbranquiçadas. A fêmea possui abdômen volumoso com a parte final truncada e no macho o abdômen é delgado com a parte final aguda e recoberta por um penacho em forma de pincel. Uma fêmea pode ovipositar 160 ovos ao longo de sua vida (MARCANO, 1991a), sendo esses depositados em pequenos grupos ou isolados em flores, superfície de frutos pequenos, cálice e pecíolos (TOLEDO, 1948; BLACKMER et al., 2001; SOUZA, 2001).

Logo após a oviposição, os ovos, de formato circular achatado, apresentam coloração branco leitoso, passando por amarelo claro, alaranjado e avermelhado, próximo a eclosão (CARNEIRO et al., 1998). Após a eclosão as larvas permanecem cerca de 50 minutos sobre os frutos e demoram cerca de 25 minutos para penetrarem completamente no mesmo. Com o crescimento do fruto, o local de penetração da larva torna-se um ponto discreto (BLACKMER et al., 1997). Após passarem por cinco ínstares as larvas abandonam o fruto e empupam em um casulo em detritos no solo ou próximos à planta (SOUZA, 2001).

Segundo Munõz et al. (1991), o ciclo de vida médio de *N. elegantalis* é de 48 dias em temperatura de 24 °C e 74% de umidade relativa. Marcano (1991a) acompanhou o desenvolvimento da fase larval em frutos de tomate da variedade Rio Grande, em condições controladas e observou que à 14,7 °C e 79,5% de umidade relativa (UR) não houve

oviposição, a 30 °C e 74,5% UR, as larvas não eclodiram e a 34,5 °C e 40% UR, não houve desenvolvimento da fase larval.

Ainda segundo o mesmo autor, as combinações de temperatura e umidade relativa que permitiram a avaliação do ciclo de vida e a emergência dos adultos foram de 20 °C; 93% e de 25 °C; 65,6%. Em ambas as temperaturas não foram verificadas diferenças no desenvolvimento em função do sexo. A fecundidade a 20 °C foi de 52,3 ovos (com variação de 19 a 77 ovos/fêmea) e a 25 °C, a média foi de 26,0 ovos (variando de 2 a 54 ovos/fêmea).

O ciclo biológico de *N. elegantalis* também foi estudado por Marcano (1991b) utilizando-se frutos de berinjela como alimento na fase larval, nas mesmas condições controladas de temperatura e umidade relativa. O autor verificou que nas respectivas combinações de temperatura e umidade relativa de 14,7 °C e 79,5%, não houve oviposição; a 30 °C e 74,5%, as larvas não eclodiram e a 34,5 °C e 40% não houve desenvolvimento da fase larval. A combinação de 25 °C e 65,6% de umidade relativa permitiram a oviposição, a eclosão das larvas e a emergência de adultos, demonstrando ser a condição ideal para o desenvolvimento de *N. elegantalis*, corroborando com os dados obtidos por Fernández & Salas (1985), que concluíram que a temperatura de 27,4 °C demonstra ser o limite máximo favorável para o completo desenvolvimento do inseto.

Marcano (1991b) também avaliou a fecundidade das fêmeas alimentadas na fase larval com berinjela, sob as condições controladas ideais de desenvolvimento (25 °C e 65,6%). Observou que o número médio de ovos depositados por fêmea foi 75 ovos, concluindo que a fecundidade de *N. elegantalis* é maior quando as fêmeas desenvolvem-se em frutos de berinjela em comparação ao tomate.

2.3- Monitoramento de *Neoleucinodes elegantalis*

A técnica de amostragem é adotada ao se definir a espécie e os respectivos índices de infestação, o que permite maior critério na escolha das táticas de controle para o manejo integrado de pragas (MIP). A metodologia de avaliação de *N. elegantalis* relatada por Cassino et al. (1995) sugere que a amostragem seja do tipo binomial (presença: ausência), relacionando o índice de frutos perfurados com a densidade populacional, permitindo maior agilidade na obtenção e confiabilidade dos resultados.

Segundo Gravena (1998) e Gravena & Benvenga (2003), o manejo de *N. elegantalis* deve ser iniciado antes do transplante das mudas, evitando-se o escalonamento de plantio e destruindo-se os restos culturais de plantas hospedeiras. Quando pela inspeção forem observados índices de infestação que atingem o nível de ação em 5% de plantas com ovos nos frutos, recomenda-se o controle apenas nos talhões infestados, para a preservação de *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Segundo Berti & Marcano (1991), este parasitoide atua preferencialmente sobre ovos de dois a três dias de incubação na superfície dos frutos, impedindo a eclosão das larvas.

Para Blackmer et al. (2001) e Eiras & Blackmer (2003) a amostragem desta praga no tomate deve ser estabelecida através da avaliação dos ovos depositados na superfície dos frutos. Pois, a partir disso, há um aumento da infestação e, devido ao curto período de tempo para a entrada das larvas recém-eclodidas, é necessário que a tomada de decisão seja rápida visando o controle da praga na fase de maior suscetibilidade (PICANÇO et al., 1995).

Gravena & Benvenga (2003) relatam que a amostragem de ovos de *N. elegantalis* consiste na divisão da cultura em talhões de um hectare, com inspeção de 60 plantas em 12 pontos casualizados (cinco plantas por ponto), duas vezes por semana. O método de amostragem preconizado é o de avaliar visualmente as pencas no terço superior contendo frutos em fase inicial de desenvolvimento com diâmetro médio de dois centímetros, com nível de ação a partir de 5% de pencas com ovos.

O início de amostragem a partir da frutificação também foi proposto por Silva & Carvalho (2004), amostrando-se 20 pontos por talhão e cinco plantas em cada ponto, cujo nível de ação seja de 5% de frutos com sinais de entrada de larvas recém-eclodidas ou 1% de frutos com sinais de saída das larvas. Na avaliação de sinais nos frutos, há significativa redução na eficiência do controle químico, pois as larvas no interior dos frutos permanecem protegidas das ações de controle (EIRAS & BLACKMER, 2003). Além disso, com a viabilidade da fase larval no interior dos frutos, há uma maior garantia da emergência de adultos e, conseqüentemente, da reinfestação da cultura.

Outra técnica de amostragem para *N. elegantalis* é o uso de armadilhas com feromônio, empregadas para determinar a migração de adultos de lepidópteros-praga (SALAS et al., 1992; VILELA et al., 1995; EIRAS et al., 1995; VILELA, 1997). Por interferir no comportamento dos insetos, o uso do feromônio pode ser útil para o manejo de pragas,

auxiliando na decisão da estratégia de controle (VILELA & DELLA LUCIA, 1987; BENTO, 2000).

O primeiro indício da praga na cultura é feita pela captura de machos em armadilhas de feromônio; isto permite estabelecer medidas de controle antes de haver a penetração das larvas nos tecidos vegetais, favorecendo a eficiência de controle pelos inseticidas (PICANÇO et al., 1995). Para adequar a armadilha de feromônio como um método seguro de amostragem de *N. elegantalis* é necessária a comparação com a infestação nas plantas. Este procedimento pode ser realizado por meio da correlação do número de insetos capturados com a infestação na planta (VILELA, 1992) para que medidas de controle possam ser tomadas a fim de se evitar ou reduzir danos (BENTO, 2000; BADJI et al., 2003).

Como estratégia de controle menos agressiva ao ambiente Badji et al. (2003) avaliaram o uso de armadilhas com cinco concentrações diferentes de feromônio para o monitoramento de *N. elegantalis*. Três armadilhas de cada tratamento foram distribuídas com distância entre as mesmas de 30 m na direção do vento predominante e de 10 m na direção perpendicular ao vento. Os autores verificaram que o componente sintético (E)-11-hexadecenol (E11-16:OH) na concentração de 100 microgramas foi o mais eficaz na captura de machos, havendo, inclusive, despolarização da antena em relação direta com a concentração, mas com redução de captura com a adição do isômero, Z11-16:OH.

A relação entre o índice de plantas com ovos e o número de machos de *N. elegantalis* capturados em armadilhas com feromônio sexual, foram avaliados por Benvenga et al. (2010) em Monte Mor, São Paulo. As áreas comerciais de cultivo de tomate com aproximadamente 15 hectares divididos em parcelas experimentais de um há, duas armadilhas foram instaladas por área, sendo a amostragem de adultos e a infestação de plantas com ovos nos frutos realizadas em intervalos médios de 3,7 dias. O estudo foi conduzido entre as safras de 2003 e 2007 para os cultivos em ciclo de verão e inverno. O controle químico foi realizado quando a infestação atingia o nível de 5% de plantas com ovos nos frutos.

Segundo os autores, a pressão populacional foi mais expressiva nos cultivos em ciclo de verão. O aumento no número de machos capturados nas armadilhas com feromônio sexual correspondeu a um incremento na infestação de ovos nos frutos e houve influência positiva da infestação da praga com a produção descartada. A instalação das armadilhas deve anteceder o florescimento e a tomada de decisão de controle ocorrer no prazo médio de oito dias após a

captura média de 0,24 e 0,23 adultos na armadilha por dia para os cultivos de tomate em ciclo de verão e inverno, respectivamente.

2.4- Métodos de controle de *Neoleucinodes elegantalis*

Entre as medidas para o controle de pragas do tomateiro, algumas tecnologias são disponibilizadas ao produtor, tais como: plantas com características de resistência a pragas e doenças, controle cultural, comportamental, mecânico e químico.

O uso de cultivares ou variedades resistentes é uma alternativa, a exemplo da cultivar Viradoro, que é resistente ao vírus do “vira-cabeça” do tomateiro (tospovírus) (GALLO et al., 2002; FERRAZ et al., 2003; GIORDANO et al., 2003) do Nemadoro resistente ao ataque de nematoides (REIS et al., 1999) e Tospodoro com resistência aos nematoides *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, Tospovírus, bem como aos fungos *Stemphylium solani*, *S. lycopersici*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 1 e *Verticillium dahliae* raça 1 e tolerância a *Macrosiphum euphorbiae* (vetor de Potyvirus) e a *Bemisia tabaci* (GIORDANO et al., 2010). Essas cultivares são obtidas por meio de programa de melhoramento genético, a partir de estudos de seleção de cultivares resistentes contra doenças e pragas.

Para contribuir com o entendimento da resistência do tomateiro à *N. elegantalis*, MOREIRA et al. (1985) em estudos de campo verificaram que as cultivares Angela Hiper e Roma VF (Asgrow) foram mais resistentes ao ataque de *N. elegantalis*, enquanto que as cultivares Campbell-28 e Europeel foram as mais suscetíveis. Lyra Netto & Lima (1998) testaram diferentes cultivares de tomateiro visando obter fontes de resistência a *N. elegantalis*, em Vitória de Santo Antão, Pernambuco. Em 1989/90 foram testadas 19 cultivares, das quais sobressaíram PSX-76 e IPA-1, com percentual de infestação de 10,7%. As mais suscetíveis foram Olho Roxo e Anahu, com 33,8 e 31% de infestação, respectivamente. No segundo teste, realizado em 1990/91 foram avaliadas 11 cultivares, das quais a cultivar “Desconhecida” atingiu o nível de infestação de 11%. As mais suscetíveis foram Anahu, Santa Clara e Olho Roxo, com 36 e 32 e 31% de infestação, respectivamente.

Barbosa et al. (2010) testaram diferenças na preferência de oviposição e sobrevivência das larvas em frutos de oito variedades de tomate de hábito rasteiro. Durante a avaliação dos frutos das oito variedades foram submetidos à oviposição por fêmeas de *N. elegantalis*, em condições de campo. Os autores não observaram diferenças entre as variedades tanto para o

número de ovos como para número de larvas, sugerindo não haver preferência nas variedades testadas e que as larvas de *N. elegantalis* são capazes de penetrar, sobreviver e empupar de forma semelhante, qualquer que seja o genótipo. Contudo, observaram uma tendência da variedade LAI 148 em apresentar menor número de ovos e larvas eclodidas, indicando ser menos atraente para *N. elegantalis*.

O controle cultural como tática alternativa de manejo de *N. elegantalis* foi mencionado por Salas (1992) e Carneiro et al. (1998), referindo-se à catação manual e destruição dos frutos perfurados por ocasião da colheita. Entretanto, devido ao hábito do inseto abandonar o fruto para empupar na planta (SALAS et al., 1991; MUÑOZ et al., 1991; MILLÁN et al., 1999) ou no solo (SALAS et al., 1991), ao serem retirados os frutos com sinais de saída da praga não foi eficiente, pois já foi garantida a viabilidade do ciclo de vida e a consequente emergência de adultos no interior da cultura.

Desta forma, a catação manual como tática de controle passa a ser decisiva no manejo deste broqueador quando realizada retirando-se os frutos com sinais de entrada para efetivamente interromper o ciclo de desenvolvimento do inseto. Mas não se deve descartar a necessidade da adoção de outras táticas de controle quando forem detectados ovos nos frutos em desenvolvimento.

Em função da baixa eficiência do controle químico da praga, Rodrigues Filho et al. (2001) avaliaram em Paty do Alferes, Rio de Janeiro, no período entre julho e outubro, a viabilidade do ensacamento de pencas de tomate com papel “Glassine”, instalado no início da frutificação, com a aplicação prévia de inseticida ou não, comparado com uma testemunha e o tratamento padrão local. A infestação no tratamento ensacado sem inseticida e ensacado com inseticida variou de 1,5 e 1,0% de frutos danificados pela praga, respectivamente, não havendo diferença significativa. Na testemunha e no tratamento padrão o índice de frutos danificados foi de 7,1 e 6,6%, respectivamente, diferindo dos tratamentos ensacados. Jordão & Nakano (2000) verificaram que o ensacamento do tomate é um método de controle tão eficiente quanto o controle químico com metamidofós para *N. elegantalis*.

A biodiversidade de plantas com o uso de faixas de culturas circundantes ao tomateiro como forma de favorecer a colonização e o estabelecimento de agentes de controle biológico de *N. elegantalis* foram estudados por Paula et al. (2004). Os autores avaliaram a intensidade de aplicação de inseticidas utilizando-se como nível de ação 3% de frutos broqueados e a

densidade populacional de inimigos naturais. Nos tratamentos com faixas circundantes de leguminosas foram observados os maiores índices de frutos broqueados, indicando que a diversificação do ambiente não influenciou na seleção do hospedeiro. Segundo Paula et al. (2004) isso ocorreu por *N. elegantalis* ser um inseto especialista, ou seja, com oviposição seletiva para solanáceas envolvendo odores específicos e características visuais, o que torna difícil mascarar as pistas do tomateiro.

O conhecimento dos aspectos comportamentais é de suma importância para aprimorar o manejo de *N. elegantalis* em cultivos comerciais (SALAS, 1992), pois, estabelecendo-se o período da tarde para a aplicação de inseticidas, pode haver a influência sobre os adultos que emergirem durante a noite (MARCANO, 1991a). Por outro lado, havendo a eclosão de larvas ao amanhecer e a entrada no fruto dentro de uma a duas horas, as aplicações de inseticidas no período da manhã coincidiriam com o início da atividade das larvas, potencializando a ação do controle no exterior do hospedeiro, devido à ineficácia dos agentes de controle após a entrada no fruto (EIRAS & BLACKMER, 2003).

Eiras & Blackmer (2003) verificaram que 58% das larvas entraram no fruto pela porção mediana-inferior. Este estudo pode orientar a aplicação de inseticidas, indicando que o volume de calda aplicado até atingir o ponto de escorrimento ou a adição de adjuvantes para redução da tensão superficial da gota resultaria em maior molhamento da base dos frutos e, conseqüentemente, maior proteção à infestação por larvas.

A informação quanto à preferência de entrada no fruto passa a ser estratégica para o sucesso do manejo da praga, pois permite que o produtor também faça o controle químico com o jato da calda inseticida direcionado para os frutos em fase inicial de desenvolvimento (CARNEIRO et al., 1998; PAULA et al., 1998) visando impedir a entrada das larvas recém-eclodidas por ocasião da alimentação na superfície dos frutos. Deste modo, a escolha correta dos inseticidas e a técnica de aplicação em função dos hábitos bioecológicos da praga alvo são fundamentais, sob pena de haver o comprometimento da produção (SOUZA et al., 1992).

A evolução da resistência de pragas a agrotóxicos tem se tornado um dos grandes entraves em programas de controle (OMOTO, 2000) sendo exigido o manejo da resistência em programas de manejo integrado de pragas. As três estratégias para o manejo da resistência incluem-se o manejo por moderação, pelo uso menos frequente e em reboleiras da praga nos estágios mais suscetíveis; o manejo por saturação, com o uso de compostos sinérgicos para

bloquear processos metabólicos e o manejo por ataque múltiplo, que engloba a rotação e mistura de produtos químicos.

Qualquer agente de controle de insetos pode ficar menos efetivo ao longo do tempo se o inseto alvo desenvolver algum mecanismo de resistência. A maioria dos produtos indicados para *N. elegantalis* no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários- Agrofit (BRASIL, 2014) são baseados nos seguintes grupos químicos: piretroides, organofosforados, carbamatos e benzoiluréia. No estado do Paraná os agrotóxicos liberados para o controle de *N. elegantalis* estão distribuídos em 35 piretroides, 6 organofosforados, 8 carbamatos e 11 benzoiluréias (SEAB, 2014).

Na cultura do tomate o controle químico é realizado de forma preventiva, programando-se as aplicações, em função da frutificação escalonada da planta, favorável à ocorrência da praga (GRAVENA & BENVENGA, 2003). Nesse sistema são totalizadas, em casos extremos, entre duas e três aplicações por semana, a partir do início do florescimento para o controle de *N. elegantalis* (MARCANO, 1991a; SALAS, 1992; CARNEIRO et al., 1998; RODRIGUES FILHO et al., 1998; BADJI et al., 2003; MIRANDA et al., 2005).

Ensaios de controle químico de *N. elegantalis* foram realizados por Prando & Silva Júnior (1990) na primavera e no verão, utilizando inseticidas químico e biológico (*Bacillus thuringiensis*) com aplicações semanais. Ao avaliarem o índice de frutos com sintomas de ataque da praga, verificaram que o inseticida esfenvalerate aplicado na primavera resultou na maior proteção dos frutos, com índice de redução de 63% em relação à testemunha, destacando-se também como o melhor tratamento no verão, com índice de redução de 59%.

Estudo de eficiência de controle de *N. elegantalis* realizado por Reis & Souza (1996) com o uso de inseticidas reguladores de crescimento de insetos, visando à rotação com os piretroides, diagnosticaram que, apesar da alta eficiência, têm amplo espectro de ação sobre insetos benéficos. Os inseticidas abamectin (avermectina) e permethrina (piretroide), bem como o inseticida regulador de crescimento triflumuron apresentaram 80% de eficiência.

A eficiência dos inseticidas com adição de óleo mineral (0,5%) no controle de *N. elegantalis* foi avaliada por Picanço et al. (1998) em aplicações semanais; os autores concluíram que isto potencializou a ação dos inseticidas abamectin e cartap na proteção de frutos ao ataque da praga. O uso de adjuvantes à calda inseticida também foi mencionado por

Paula et al. (1998) que concluíram que devido à cerosidade da superfície do fruto, a adição de um adjuvante tem por objetivo promover uma cobertura mais uniforme da calda inseticida e aumentar a eficiência no controle das larvas recém-eclodidas.

Martinelli et al. (2003) avaliaram a rotação de grupos químicos para o manejo de resistência, testando a eficiência do inseticida indoxacarb em aplicações semanais para o controle de *N. elegantalis*. Os autores verificaram após nove aplicações, que o ingrediente ativo pode ser recomendado em programas de manejo integrado da praga, pois além da eficiência superior a 80%. Wing et al. (1998) relataram que indoxacarb é compatível ambientalmente e seguro para organismos não alvos do controle químico.

De Bortoli et al. (2013) realizaram bioensaios para avaliar a ação de 24 inseticidas com e sem a adição de óleo vegetal (0,25%). Após a imersão dos frutos com ovos de *N. elegantalis* na calda inseticida, os autores observaram sob microscópio estereoscópico, os ovos quanto à integridade do córion, textura e coloração, larvas emergidas, bem como os orifícios de entrada e de saída das larvas (aos 7 e 21 dias após a aplicação). Os produtos testados diferiram da testemunha quanto à densidade de larvas eclodidas, bem como quanto à redução populacional de larvas, destacando-se: Trebon 100 SC (etofenprox; 200 mL do produto comercial/100 L), Lannate BR (methomil; 100 mL), Thiobel 500 (cartap; 250 g) e Vertimec 18 CE (abamectin; 100 mL). Os autores verificaram também que a adição de óleo vegetal resultou em incremento na eficiência dos produtos.

Neste sentido, trabalhos que avaliam os aspectos bioecológicos e comportamentais de *N. elegantalis*, oportunizam o desenvolvimento de técnicas de controle sobre suas fases de desenvolvimento, auxiliando na tomada de decisão quanto ao controle integrado da espécie, com benefícios ecológicos e sociais.

REFERÊNCIAS

- BADJI, C.A.; EIRAS, A.E.; CABRERA, A.; JAFFE, K. Avaliação do feromônio sexual de *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 221-229, 2003.
- BARBOSA, F. S.; MENEZES, E. L. A; ARRUDA, L. N.; BRITO, D. O.; CARMO, M. G. F.; PEREIRA, M. B. Preferência de oviposição de broca-pequena-do-fruto em oito variedades de tomate rasteiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 634-640, 2010.
- BENTO, J.M.S. Controle de insetos por comportamento: feromônios. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Eds.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, p. 85–97, 2000.
- BENVENGA, S.R.; DE BORTOLI, A.S.; GRAVENA, S.; BARBOSA, J.C. Monitoramento da broca-pequena-do-fruto para tomada de decisão de controle em tomateiro estaqueado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 435-440, 2010.
- BERTI, J.; MARCANO, R. Preferência de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por huevos de diferentes edades de varios hospederos. **Boletín de Entomologia Venezolana**, Maracay, v. 6, n. 2, p. 77-81, 1991.
- BLACKMER, J.L.; EIRAS, A.E.; ANDRADE JR.; C. Comportamento de larvas recém-eclodidas da broca-pequena-do-tomateiro, *Neoleucinodes elegantalis* em laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16, Salvador. **Resumos...** p. 373, 1997.
- BLACKMER, J.L.; EIRAS, A.E.; SOUZA, C.L.M. de. Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, RJ, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 89-95, 2001.
- BORGUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e algumas características do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 178 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofit: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/ap_praga_detalhe_cons?p_id_cultura_praga=3559&p_tipo_janela=NEW>. Acesso em: 10 Fev. 2014.

CARNEIRO, J.S.; HAJI, F.N.P.; SANTOS, F.A.M. **Bioecologia e controle da broca-pequena-do-tomate *Neoleucinodes elegantalis***. Teresina: Embrapa Meio-Norte, Circular, 26, 1998, 14 p.

CASSINO, P.R.; PERUSSO, J.C.; REGO, L.M.; SAMPAIO, H.N. Proposta metodológica de monitoramento de pragas em tomateiro estaqueado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 279-285, 1995.

DE BORTOLI, S.A.; BENVENGA, S.R.; GRAVENA, S.; VACARI, A.M.; VOLPE, H.X.L. Ação de inseticidas sobre os ovos e lagartas da broca-pequena-do-fruto do tomate, em bioensaio de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 1, p. 73-82, 2013.

DÍAZ, A. E. **Caracterización morfológica de poblaciones del perforador del fruto *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) asociadas a especies solanáceas cultivadas y silvestres en Colombia**. 2009. 206 p. Disertación (Master) Universidad Nacional de Colombia, 2009.

EIRAS, A.E.; FERRARA, F.A.A.; VILELA, E.F.; PICANÇO, M.C.; DJAN, G.N.; ATYGALLE, A.B.; FRIGHETO, R.T.S. Efeito da altura da armadilha contendo o feromônio sexual sintético de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) sobre a captura de adultos em tomateiro industrial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambu. **Resumos...** p. 658, 1995.

EIRAS, A.E.; BLACKMER, J.L. Eclosion time and larval behavior of the tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 195-197, 2003.

EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae). Disponível em:

<http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/neoleucinodes_elegantalis.htm>

Acesso: 28 mai. 2013.

ESPINOZA, H. R. **Barrenador del fruto de la berenjena, *Neoleucinodes elegantalis*.**

Departamento de Protección Vegetal, FHIA- La Lima, Cortés, Hoja Técnica, 2, 2008, 2 p.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso: 20 nov. 2013.

FERNÁNDEZ, S.; SALAS, J. Estudios sobre la biología del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyraustidae). **Agronomía Tropical**, Maracay, v. 35, n. 1-3, p. 77-81, 1985.

FERRAZ, E.; RESENDE, L.V.; LIMA, G.S.A.; SILVA, M.C.L.; FRANÇA, J.G.E.; SILVA, D.J. Redenção: nova cultivar de tomate para a indústria resistente a geminivírus e tospovírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 578-580, 2003.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, p. 757-769, 2002.

GIORDANO, L.B.; BOITEUX, L.S.; QUEZADO-DUVAL, A.M.; FONSECA, M.E.N.; RESENDE, F.V.; REIS, A.; GONZÁLEZ, M.; NASCIMENTO, W.M.; MENDONÇA, J.L. ‘BRS Tospodoro’: a high lycopene processing tomato cultivar adapted to organic cropping systems and with multiple resistance to pathogens. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 241-245, 2010.

GIORDANO, L.B.; ARAGÃO, F.A.S.; BOITEUX, L.S. Melhoramento genético do tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 219, p. 43-57, 2003.

GRAVENA, S. **Guia de manejo ecológico de pragas do tomate**. Jaboticabal: Gravena Ltda., Folder MEP Tomate, 1998.

GRAVENA, S.; BENVENGA, S.R. **Manual prático para manejo de pragas do tomate**. Jaboticabal: Gravena Ltda., 2003. 144 p.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201202.pdf
Acesso: 21 nov. 2013.

JORDÃO, A. L.; NAKANO, O. Controle de larvas dos frutos do tomateiro pelo ensacamento das pencas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 773-782, 2000.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H.F.G. A broca-pequena-do-tomate do tomateiro *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854). **O Biológico**, São Paulo, v. 19, p. 182-186, 1953.

LYRA NETTO, A.M.C.; LIMA, A.A.F. Infestação de cultivares de tomateiro por *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, 1998.

MARCANO, R. Estudio de la biología y algunos aspectos del comportamiento del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae) en tomate. **Agronomía Tropical**, Maracay, v. 41, n. 5-6, p. 257-263, 1991a.

MARCANO, R. Ciclo biológico del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae), usando berenjena (*Solanum melongena*) como alimento. **Boletín de Entomología Venezolana**, Maracay, v. 6, p. 135-141, 1991b.

MARTINELLI, S.; MONTAGNA, M.A.; PICINATO, N.C.; SILVA, F.M.A.; FERNANDES, O.A. Eficácia do indoxacarb para o controle de pragas em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 501-505, 2003.

MILLÁN, H.F.V.; ROA, F.G.; DÍAZ, A.E. Parasitismo natural de *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae) em zonas productoras de solanáceas del Cauca y Valle del Cauca, Colombia. **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 25, n. 3-4, p. 151-159, 1999.

MIRANDA, M.M.M.; PICANÇO, M.C.; ZANUNCIO, J.C.; BACCI, L.; SILVA, E.M. da. Impact of integrated pest management on the population of leafminer, fruit borers, and natural enemies in tomato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 204-208, 2005.

MORAIS, E.G.F. de; PICANÇO, M.C.; SENA, M.E. de; BACCI, L.; SILVA, G.A.; CAMPOS, M.R. de. Identificação das principais pragas de hortaliças no Brasil. In:

ZAMBOLIM, L.; LOPES, C.A.; PICANÇO, M.C.; COSTA, H. (Ed.). **Manejo integrado de doenças e pragas: hortaliças**. Viçosa: UFV, 2007. p. 199-232.

MOREIRA, J.O.T.; LARA, F.M.; CHURATA-MASCA, M.G.C. Resistência de cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) a broca-pequena-do-fruto. **Ciência e cultura**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 618-623, 1985.

MUÑOZ, E.; SERRANO, A.; PULIDO, J.I.; DE LA CRUZ, J. Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854), (Lepidoptera: Pyralidae), passador del fruto del lulo *Solanum quitoense* Lam. en el valle del cauca. **Acta Agronómica**, Palmira, v. 41, p. 99-104, 1991.

OMOTO, C. Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In: GUEDES, J.C.; COSTA, I.D.; CASTIGLIONI, E. (Eds.). **Bases e técnicas do manejo de insetos**. Santa Maria: UFSM/CCR/DFS, p. 31-50, 2000.

PAULA, S.V. de; PICANÇO, M.C.; FONTES, P.C.R.; VILELA, E.F. Fatores de perdas no tomateiro com adoção de nível de controle e de faixas circundantes. **Agro-Ciência**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 263-271, 1998.

PAULA, S.V. de; PICANÇO, M.C.; OLIVEIRA, I.R. de; GUSMÃO, M.R. Controle de broqueadores de frutos de tomateiro com uso de faixas de culturas circundantes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 33-39, 2004.

PICANÇO, M.C.; GUEDES, R.N.C.; LEITE, G.L.D.; FONTES, P.C.R.; SILVA, E.A. da. Incidência de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em tomateiro sob diferentes sistemas de tutoramento e controle químico de pragas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 180-183, 1995.

PICANÇO, M.C.; CASALI, V.W.D.; LEITE, G.L.D.; OLIVEIRA, I.R. de. Lepidópteros associados ao jiloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 112-114, 1997.

PICANÇO, M.C.; LEITE, G.L.D.; GUEDES, R.N.C.; SILVA, E.A. Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. **Crop Protection**, Surrey, v. 17, n. 5, p. 447-452, 1998.

PICANÇO, M.C.; BACCI, L.; SILVA, E.M.; MORAIS, E.G.F.; SILVA, G.A.; SILVA, N.R. Manejo integrado das pragas do tomateiro no Brasil. In: SILVA, D.J.H.; VALE, F.X.R. (Ed.). **Tomate: tecnologia de produção**. Viçosa: UFV, 2007. p.199-232.

PLAZA, A.S.; LEON, E.M.; FONSECA, J.P.; DE LA CRUZ, J. Biology, behaviour and natural enemies of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée). **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 18, n. 1, p. 32-37, 1992.

PRANDO, H.F.; SILVA JUNIOR, A.A. Eficácia de seis inseticidas no controle de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae) em tomate. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 59-65, 1990.

REIS, N.V.B.; CHARCHAR, J.M.; CARRIJO, O.A. Efeito de solarização sobre a produção de tomate de mesa e de indústria em uma estufa modelo capela. **Pesquisa em Andamento**, Brasília, n. 38, p. 1-5, 1999.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Controle da broca-pequena, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae), com inseticidas fisiológicos, em tomateiro estaqueado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 65-69, 1996.

RODRIGUES FILHO, I.L.; MARCHIOR, L.C.; REIS, C.A. dos; GRAVENA, S.; MENEZES, B. Aspectos da tomaticultura do município de Paty do Alferes, RJ balizados pela relação com *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos...** p. 306.

RODRIGUES FILHO, I.L.; MARCHIOR, L.C.; SILVA, L.V. da. Estudo da viabilidade do ensacamento de pencas em tomateiro tutorado para o controle de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae) em Paty do Alferes – RJ. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 1-2, p. 33-37, 2001.

SALAS, J.; ALVAREZ, C.; PARRA, A. Contribucion al conocimiento de la ecologia del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Pyraustidae). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 41, n. 5-6, p. 275-283, 1991.

SALAS, J. Integrated pest-insects management program for tomato crops (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Lara State, Venezuela. **Acta Horticulturae**, Wageningen. 301, p.199-204, 1992.

SALAS, J., ALVAREZ, C., PARRA, A. Estudios sobre la feromona sexual natural del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Pyraustidae). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 42, n. 3-4, p. 227-231, 1992.

SEAB. **Secretaria Estadual da Agricultura e do Abastecimento do Paraná**. Agrotóxicos no Paraná. Disponível em: <<http://celepar07web.pr.gov.br/agrotoxicos/pesquisar.asp>>. Acesso: 10 abr. 2014.

SILVA, V.F.; MALUF, W.R.; CARDOSO, M.G.; GONÇALVES-NETO, A.C.; SINIGAGLIA, C.; NETO, J.R.; COLARICCIO, A.; VICENTE, M.; GROppo, G.A.; GRAVENA, S.; LEITE, D. **Manejo integrado de pragas e doenças do tomateiro**. Campinas, 66 p., 2000.

SILVA, A.C.; CARVALHO, G.A. Manejo Integrado de Pragas. In: ALVARENGA, M.A.R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, p. 309-366, 2004.

SILVA, R.; MARTINI, R. Tomate Mergulha na Tecnologia. **Revista Hortifruti Brasil**. São Paulo, Ano 5, n. 47, p. 6-14, 2006.

SIQUEIRA, H.A.A., GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology**, Banchory, v. 2, p. 147-153, 2000.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; SALGADO, L.O. **Traça-do-tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, Circular, 38, 1992. 19 p.

SOUZA, C.L.M. **Influência de aleloquímicos na interação tritrófica entre *Lycopersicon* spp. Miller (Solanales: Solanaceae), *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae),**

Campos dos Goitacazes. 2001. 124p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2001.

TOLEDO, A.A. Contribuição para o estudo da *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854), praga do tomate. **O Biológico**, São Paulo, v. 14, p. 103-108, 1948.

VILELA, E.F.; DELLA LUCIA, T.M.C. **Feromônios de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 155 p., 1987.

VILELA, E.F. Adoção de feromônios no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 315-318, 1992.

VILELA, E.F.; FERRARA, F.A.A.; PICANÇO, M.C.; EIRAS, A.E.; JHAM, G.N.; ATYGALLE, A.B.; FRIGHETTO, R.T.S. Eficiência de captura de traça do tomateiro *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) empregando o feromônio sexual sintético em tomateiro estaqueado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., Caxambu. **Resumos...** p. 613, 1995.

VILELA, E.F. Identificação do feromônio sexual da traça do tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick), e experiências de seu emprego no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., Salvador. **Resumos...** p. 12, 1997.

ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas.** Piracicaba: FEALQ, 139 p., 1993.

WING, K.D.; SCHNEE, M.; SACHER, M.; CONNAIR, M. A novel oxidiazine insecticide is bioactivated in lepidopteran larvae. **Archives of insect biochemistry and physiology**, v. 37, p. 91-103, 1998.

CAPÍTULO I- FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE *Neoleucinodes elegantalis* GUENÉE (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DE TOMATE

RESUMO

A broca-pequena-do-tomate, *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) é praga-chave da cultura do tomate com grande importância econômica no Brasil. Como o seu desenvolvimento larval ocorre no interior dos frutos dificulta tanto a sua detecção quanto o seu controle no campo. Este trabalho teve como objetivo acompanhar a flutuação populacional de *N. elegantalis* em cultivo orgânico e convencional de tomate na mesorregião metropolitana de Curitiba. As avaliações foram realizadas durante as safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13 em plantio de risco (durante a primavera) e no safrão (durante o verão e outono). No sistema orgânico a amostragem foi realizada semanalmente em 30 plantas escolhidas ao acaso e inspecionadas quanto à presença de larvas de *N. elegantalis* e no sistema convencional foram amostradas 50 plantas por semana e os adultos monitorados através de armadilhas de feromônio. A presença da praga se deu na frutificação inicial do cultivo de verão se estendendo até o outono, apesar da disponibilidade de alimento desde o início da primavera. O monitoramento de adultos com feromônio demonstrou que a maior incidência da praga ocorre durante a safra de verão. Para a mesorregião metropolitana de Curitiba, o cultivo do tomate realizado durante o verão pode ser afetado em condições de alta densidade de *N. elegantalis*.

PALAVRAS-CHAVE: Broca-pequena-do-tomate, sazonalidade, fatores abióticos, feromônio sexual.

POPULATION FLUCTUATION OF *Neoleucinodes elegantalis* GUENÉE (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) IN CONVENTIONAL AND ORGANIC CULTIVATION OF TOMATO

ABSTRACT

The small tomato borer *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) is the tomato crop with great economic importance key pest in Brazil. The development within the fruit allows the larvae to remain protected against control action and hampers their detection in the field. This study aimed to monitor the population fluctuation of *N. elegantalis* in organic and conventional tomato cultivation the metropolitan region of Curitiba. The evaluations were conducted during seasons 2010/11, 2011/12 and 2012/13 on risk planting (during the spring) and season (summer and autumn). In the organic system sampling was performed weekly on 30 plants randomly chosen and inspected for the presence of larvae of *N. elegantalis* and the conventional system 50 plants per week and adults monitored using pheromone traps were sampled. The presence of pest occurred in the early summer fruiting cultivation extending into the autumn, despite the availability of food since the beginning of spring. Monitoring of adults with pheromone showed in a higher incidence of the pest occurs during the summer harvest. For the Metropolitan mesoregion of Curitiba growing tomatoes held during the summer may be affected under high density *N. elegantalis*.

KEY-WORDS: Small borer tomato, seasonality, abiotic factors, sex pheromone.

INTRODUÇÃO

A broca-pequena-do-tomate, *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae), é uma das principais pragas do tomate (*Solanum lycopersicon* MILL.) estaqueado no país (JORDÃO & NAKANO, 2002; BENVENGA et al., 2010) cuja distribuição já foi relatada em toda a Região Neotropical (LEIDERMAN & SAUER, 1953; EPPO, 2013). No Brasil, o primeiro registro de *N. elegantalis* foi feito por Costa Lima em 1922 na região Nordeste (TOLEDO, 1948) e hoje se encontra espalhada por todas as regiões produtoras de tomate do país.

A presença de apenas uma larva da broca-pequena-do-tomate no interior do fruto resulta em danos diretos (TOLEDO, 1948), sendo relatadas reduções na produção de 79% a 90% (MIRANDA et al., 2005; CARNEIRO et al., 1998). Em condições de campo a fêmea deposita os ovos preferencialmente sob as sépalas dos frutos verdes com diâmetro médio de 23 milímetros (BLACKMER et al., 2001). Após a eclosão, as larvas penetram no interior do fruto onde permanecem até completarem todo o período larval. Este comportamento permite que as larvas permaneçam protegidas das ações de controle e continuem se alimentando do endocarpo, resultando no dano real desta praga, e ao término do período larval abandonam o fruto deixando os orifícios de saída (BENVENGA et al., 2010).

A principal tática de controle de *N. elegantalis* é o uso de inseticidas químicos, que em casos extremos podem chegar a até três aplicações por semana, a partir do início do florescimento (BADJI et al., 2003; MIRANDA et al., 2005; BOIÇA JUNIOR et al., 2007). Essa prática de controle, além de aumentar os custos de produção, pode levar à ressurgência de pragas, morte de insetos benéficos, intoxicação humana, contaminação ambiental e à seleção de resistência da praga aos inseticidas (SIQUEIRA et al. 2000). Além disso, o curto período de permanência das larvas na superfície dos frutos dificulta a ação de agentes de controle biológico (BERTI & MARCANO, 1991; PLAZA et al., 1992).

Segundo Blackmer et al. (2001) e Rodrigues Filho et al. (2001) a presença de *N. elegantalis* no campo apresenta aumento populacional na época de início da frutificação do tomateiro, momento em que as fêmeas depositam os ovos na superfície do fruto. Embora a emissão de floradas sucessivas favoreça o escalonamento da produção, esta também garante a

disponibilidade de frutos para o desenvolvimento de *N. elegantalis*. Além das características do hospedeiro, os fatores abióticos, como a estação de plantio, também pode afetar a flutuação populacional da praga durante o cultivo. Na região sudeste do Brasil, *N. elegantalis* ocorre durante todas as estações do ano, embora a maior incidência seja observada durante o verão, com a média de ovos três vezes maior quando comparada com as estações anteriores (BENVENGA et al., 2010).

Algumas metodologias de monitoramento já foram descritas para *N. elegantalis* a primeira relaciona a densidade populacional com o número de frutos perfurados pela saída da larva ou pelas pontuações decorrentes da entrada da larva no interior do fruto após sua eclosão (CASSINO et al., 1995; SILVA & CARVALHO, 2004). A segunda metodologia consiste no monitoramento pela amostragem de ovos de *N. elegantalis* a partir da frutificação, sugerindo o controle com nível de ação em 5% de incidência (GRAVENA & BENVENGA, 2003). Já uma terceira metodologia recomenda o monitoramento da praga pela densidade de adultos de *N. elegantalis* capturados em armadilhas com feromônio sexual (BENVENGA et al., 2010), sendo que este último procedimento tem permitido maior agilidade na obtenção e confiabilidade nos resultados.

Considerando os fatores citados acima, e também o fato de que na literatura não há registros sobre o monitoramento de *N. elegantalis* em cultivos de tomate para a região subtropical do Brasil, este trabalho teve como objetivo acompanhar a flutuação de *N. elegantalis* em cultivo orgânico e convencional de tomate em áreas de produção comercial localizadas na mesorregião metropolitana de Curitiba, Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados em cultivos de tomate de primavera e de verão, em sistema orgânico e convencional, localizados em dois municípios da mesorregião metropolitana de Curitiba, durante as safras de 2010/11, 2011/12 e 2012/13.

Área orgânica

O estudo foi realizado em uma área de produção de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), no município de São José dos Pinhais, Paraná (25°32'06"S; 49°12'21"O; 906 m de

altitude). As cultivares foram escolhidas pelo produtor, em função das características de comercialização, sendo utilizadas na safra de 2010/11 as cultivares TO60 e Cordilheira, esta última enxertada devido a área de cultivo apresentar histórico de infestação por murcha bacteriana causada pela bactéria *Ralstonia* sp., na safra 2011/12 a cultivar Cordilheira e o híbrido Pizzadoro e na safra 2012/13 apenas o híbrido Pizzadoro. O plantio dos tomateiros foi realizado em casa-de-vegetação com aproximadamente 600 plantas com espaçamento de 0,50 a 0,60 metros entre plantas e de 1,10 a 1,20 m entre linhas. O sistema de irrigação adotado foi por gotejamento, a condução das plantas foi realizada com fitilho em uma haste por planta, a adubação e o manejo fitossanitário seguiram os recomendados para a agricultura orgânica no estado do Paraná, os inseticidas aplicados quinzenalmente foram à base de *Azadirachta indica* (óleo de Nim), *Bacillus thuringiensis* (Dipel), *Beauveria bassiana* (Bometil) e fungicidas à base de cobre.

A planta foi considerada como a unidade amostral e as coletas foram realizadas semanalmente. A amostragem foi iniciada após o transplante das mudas para o campo, o número de semanas de coleta variou conforme diferenças na duração do ciclo do cultivo de acordo com a época de plantio e da cultivar. Em função a uniformidade de plantas na área e do cultivo ser em casa-de-vegetação a amostra foi constituída de 30 plantas escolhidas ao acaso e inspecionadas quanto à presença de larvas de *N. elegantalis*.

A incidência de larvas foi avaliada coletando os frutos brocados, estes frutos foram levados para o laboratório, envolvidos em papel absorvente e individualizados em recipientes de polietileno com capacidade de 250 ml, sendo quantificado diariamente o número de larvas que saíam dos frutos. As larvas foram mantidas em potes de polietileno de 4 x 7 cm forrados com um disco de papel absorvente e acompanhadas até a emergência do adulto, sob temperatura de 20 ± 1 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo 12:12 horas (Claro: escuro).

Para a área orgânica não foi realizado o monitoramento de adultos devido o cultivo ser protegido em casa-de-vegetação e com área total inferior a 0,5 hectare.

Área convencional

O estudo foi realizado em áreas de tomate estaqueado a campo, no município de Almirante Tamandaré, Paraná (25°19'29"S; 49°18'36"W; 945 m de altitude). A área foi

dividida em cinco parcelas de 200 plantas, a amostragem foi realizada no centro da parcela, a planta foi considerada como a unidade amostral e as coletas foram realizadas semanalmente. Devido ao tamanho da área a amostra foi constituída de 10 plantas por parcela, totalizando 50 plantas escolhidas ao acaso e inspecionadas quanto à presença de frutos brocados contendo larvas de *N. elegantalis*. Os frutos brocados foram coletados, levados ao laboratório conforme procedimento descrito para a área orgânica.

As cultivares utilizadas foram escolhidas pelo produtor em função da comercialização, sendo as seguintes: na safra de 2010/11 os híbridos Paronset, Giuliana e Nemo-Netta; na safra 2011/12 os híbridos Giuliana, Paronset e Plutão e na safra 2012/13 o híbrido Pizzadoro, Plutão e Giuliana. O plantio foi realizado em áreas de aproximadamente 0,5 hectare com espaçamento de 0,50 m entre plantas e de 1,20 m entre linhas. O estaqueamento adotado foi o V invertido em filas duplas de 150 plantas cada. A adubação e o manejo fitossanitário seguiram os recomendados para a agricultura convencional, foram aplicados inseticidas semanalmente (Tabela 1).

Tabela 1. Produtos utilizados no cultivo convencional de tomate estaqueado no controle de *Neoleucinodes elegantalis*, durante as safras de 2010/11, 2011/12 e 2012/13.

Nome comercial	Ingrediente ativo	Grupo químico	----- Safras * -----		
			2010/11	2011/12	2012/13
Vertimec 18EC ^{®B}	Abamectina	Avermectina	1	2	0
Oberon ^{®C}	Espiromesifeno	Cetoenol	2	1	0
Assist ^{®C}	Óleo mineral	Hidrocarboneto	1	0	1
Certero ^{®A}	Triflumurom	Benzoiluréia	2	1	1
Rumo WG ^{®A}	Indoxacarbe	Oxadiazina	1	1	1
Arrivo 200EC ^{®A}	Cipermetrina	Piretroide	0	0	3
Danimen 300EC ^{®A}	Fenpropatrina	Piretroide	0	2	0
Decis 25EC ^{®A}	Deltametrina	Piretroide	3	2	3
Sumidan 25EC ^{®A}	Esfenvalerato	Piretroide	0	0	2
Lorsban 480BR ^{®A}	Clorpirifós	Organofosforado	0	2	2
Tamaron ^{®C}	Metamidofós	Organofosforado	1	0	0
Vexter ^{®A}	Clorpirifós	Organofosforado	2	0	0

* Número de aplicações por safra;

^A Produto registrado para a cultura do tomate no estado do Paraná e indicado para *Neoleucinodes elegantalis*;

^B Produto registrado para a cultura do tomate no estado do Paraná e não indicado para *Neoleucinodes elegantalis*;

^C Produto não registrado para a cultura do tomate no estado do Paraná.

O monitoramento de adultos de *N. elegantalis* foi realizado através de armadilhas de feromônio sexual sintético. Na safra 2010/11 utilizou-se o feromônio comercial ainda em teste da empresa Isca Tecnologias Ltda., o qual não exerceu atratividade em adultos de *N. elegantalis*, substituído por BioNeo da empresa Biocontrole Ltda. nas safras 2011/12 e 2012/13. Foram instaladas duas armadilhas por área de plantio (0,5 hectare), fixadas em haste de bambu a 1 m do nível do solo e reguladas na altura dos ápices caulinares das plantas. A inspeção da armadilha foi semanal com a contagem dos adultos presentes na mesma. Os septos contendo o feromônio sexual foram trocados a cada 30 dias.

As temperaturas mínima e máxima, a umidade relativa e a precipitação semanal dos municípios de São José dos Pinhais e Almirante Tamandaré foram coletadas nas estações meteorológicas pertencentes ao Instituto Tecnológico do Paraná (SIMEPAR).

Análise estatística

A influência de fatores abióticos sobre a densidade de *N. elegantalis* foi avaliada com a utilização de regressão múltipla pelo método stepwise (DRAPER & SMITH, 1981) considerando o período de ocorrência da praga em campo. A contribuição de cada variável foi determinada pelo coeficiente de determinação (r^2) e pelo valor de p. A densidade de larvas de *N. elegantalis* foi selecionada como variável dependente considerando-se para a área orgânica a temperatura mínima e máxima (°C), a umidade relativa (%) e a estação do ano como fatores abióticos que podem influenciar na densidade da praga em cultivo protegido. Para a área convencional devido o cultivo ser realizado a campo também foi incluída a precipitação (mm) como fator abiótico. Foi utilizado um nível de significância de 0,3 para a entrada das variáveis na regressão múltipla pelo método de stepwise. A análise de variância (Anova One-way) foi utilizada para comparar o número de larvas e adultos de *N. elegantalis* amostrados durante as safras. Quando diferenças foram detectadas, utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias. Todas as análises foram realizadas com o software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

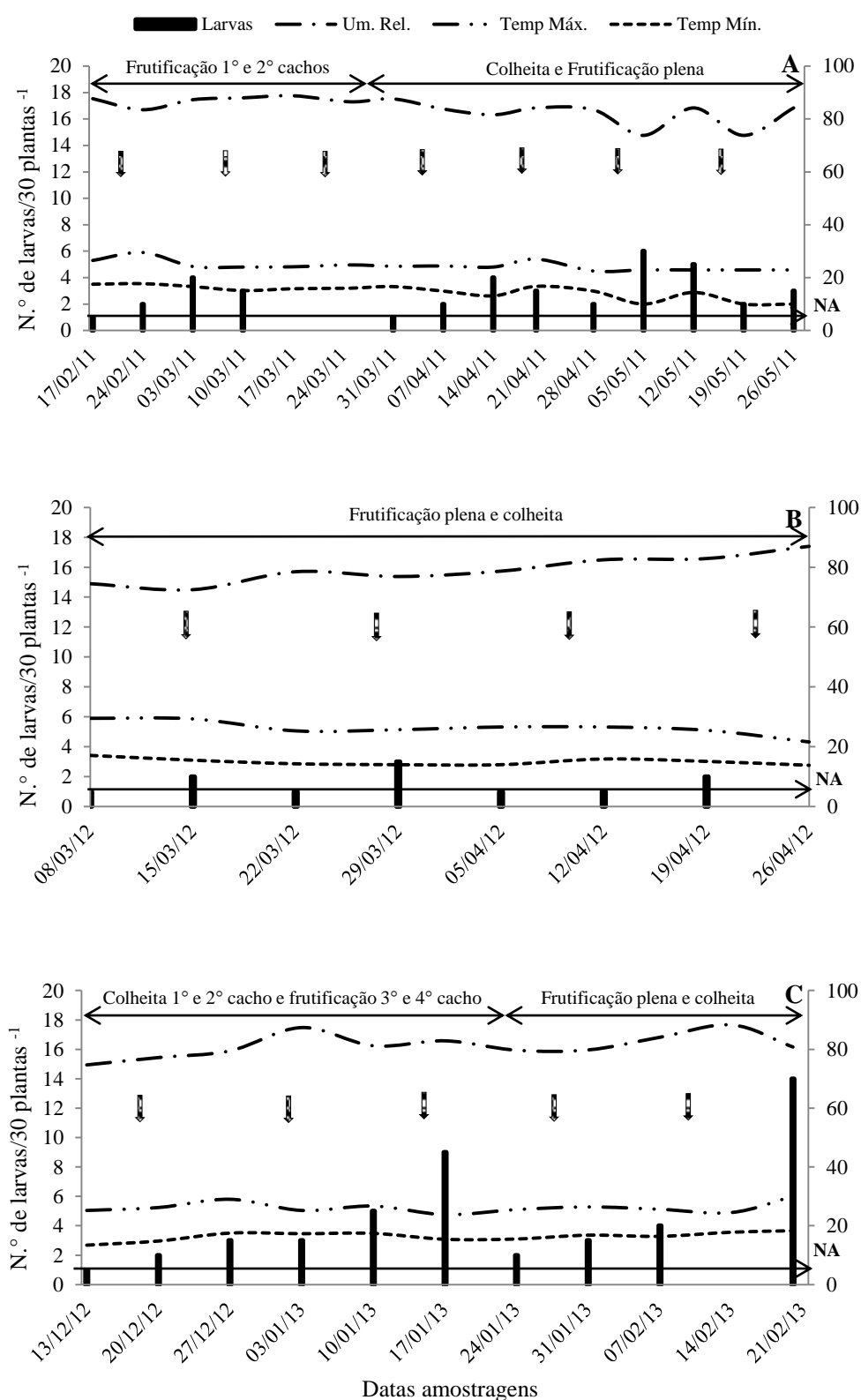
No sistema orgânico, o uso de diferentes cultivares pelos produtores não afetou a densidade da praga, visto que em todas houve o broqueamento de frutos. A flutuação de *N. elegantalis* em tomate orgânico demonstrou que a presença de larvas ocorreu a partir da frutificação do tomate ("safrão"), iniciada no verão se estendendo até o outono, nas três safras avaliadas (Figuras 1A, B e C), apesar da disponibilidade de frutos desde a primavera ("cultivo de risco").

O aparecimento de larvas de *N. elegantalis* nas safras 2010/11 e 2012/13 teve início a partir da maturação dos frutos de 1° e 2° cachos, período em que as larvas iniciam a saída dos frutos para empupar. Este estágio fenológico coincidiu com o aumento na densidade da praga (maturação dos primeiros frutos de verão). Estes resultados corroboram com o relatado por Benvenga (2009), que no início da frutificação o índice médio de plantas com ovos foi da ordem de 0,03% e depois atingiu valores na ordem de 6,42% de plantas com ovos na colheita plena dos frutos.

Durante a safra 2011/12 a densidade de larvas ocorreu somente na frutificação plena e colheita do tomate ao fim do verão e início do outono, nos meses de março a abril (Figura 1B). Fatores abióticos, como variações climáticas entre as safras, na mesma estação, podem explicar as diferenças observadas na segunda safra, onde a temperatura mínima explicou 48% na densidade da praga ($r^2 = 0,48$; $p=0,006$; Tabela 2). Além do efeito da estação que também foi observado nas demais safras.

Tabela 2. Análise de regressão múltipla para fatores abióticos na densidade de larvas de *Neoleucinodes elegantalis* em área de produção orgânica de tomate durante as safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13, município de São José dos Pinhais, Paraná.

Variável	Coefficiente	EP	Valor de t	p	r ² cumulativo
Safra 2010/11					
Interação	7,773	1,753	4,434	<0,001	-
Umidade relativa	3,480	1,118	3,112	0,054	0,08
Temperatura máxima	1,307	1,415	0,924	0,362	0,10
Temperatura mínima	-3,681	1,263	2,915	0,006	0,48
Estação	-0,832	0,220	3,789	0,001	0,81
Safra 2011/12					
Interação	1,922	1,343	1,431	0,163	-
Temperatura máxima	0,691	1,099	0,629	0,534	0,01
Estação	3,183	2,044	1,557	0,131	0,10
Umidade relativa	-3,097	2,246	-1,379	0,179	0,17
Temperatura mínima	0,502	0,278	-1,808	0,081	0,20
Safra 2012/13					
Interação	3,889	0,971	4,003	<0,001	-
Temperatura mínima	0,379	0,323	1,171	0,257	0,26
Umidade relativa	0,256	0,169	1,514	0,147	0,32
Estação	-1,203	0,559	-1,831	0,084	0,41
Temperatura máxima	0,686	0,317	2,162	0,044	0,45



O número de larvas de *N. elegantalis* coletadas semanalmente no cultivo orgânico foi considerado alto em todas as safras, atingindo média de 4,2 larvas em 30 plantas amostradas na safra 2012/13, ficando evidente que o uso de inseticidas biológicos aplicados quinzenalmente não foi suficiente para evitar as perdas (Tabela 3). A eficiência dos inseticidas a base de *B. thuringiensis* depende da ingestão, a qual é prejudicada devido ao comportamento da espécie, pois segundo Eiras & Blackmer (2003) as larvas recém-eclodidas penetram rapidamente nos frutos, isto diminui o tempo de exposição ao inseticida e a larva acaba ingerindo uma quantidade insuficiente para ocasionar a sua mortalidade.

Além das características da praga, o momento da aplicação é outro fator que também pode influenciar na eficiência dos inseticidas, pois segundo Lebedenco et al. (2007) o uso do inseticida Nim (extratos a 5% de *A. indica*) não foi significativo no controle de *N. elegantalis*, para níveis de ação a partir de 5% de frutos lesionados pela praga. Tendo em vista que o potencial de dano de *N. elegantalis* é caracterizado por apenas uma larva no interior do fruto, o que inviabiliza a sua comercialização (TOLEDO, 1948; SALAS, 1992). Sendo necessário considerar o nível de ação em cultivo orgânico, a partir de uma larva por 30 plantas amostradas, a fim de reduzir o dano nos frutos e as perdas econômicas na sua comercialização.

Tabela 3. Média (\pm DP) de larvas e adultos de *Neoleucinodes elegantalis* amostradas semanalmente nas safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13 em cultivos de tomate orgânico em São José dos Pinhais e convencional em Almirante Tamandaré, Paraná.

Safra	Orgânico	Convencional	
	Larvas em 30 plantas	Larvas em 50 plantas	Adultos por armadilha
2010/11	2,5 \pm 0,45a	1,7 \pm 0,44a	---
2011/12	1,4 \pm 0,32a	2,9 \pm 1,10a	0,6 \pm 0,22b
2012/13	4,2 \pm 1,21a	7,6 \pm 1,71a	7,8 \pm 2,36a

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade; --- Feromônio Isca Tecnologias Ltda.

No cultivo convencional, assim como no orgânico, a presença de larvas de *N. elegantalis* foi registrada em todas as safras somente a partir da frutificação do tomate

cultivado no verão e se estendendo até o outono (Figura 2A, B e C). Na safra 2010/11 a flutuação larval de *N. elegantalis* teve influência significativa da umidade relativa, temperatura máxima e da estação evidenciada pela análise de regressão múltipla, tendo estes fatores contribuído de 38 a 42% na variação da densidade da praga ($r^2 = 0,38$; $p = 0,024$; Tabela 4).

A temperatura mínima não influenciou na densidade de *N. elegantalis* durante as safras acompanhadas no cultivo convencional, fato este que corrobora com estudos realizados em laboratório, os quais demonstraram que em temperaturas constantes de 15 a 27 °C o ciclo de desenvolvimento da espécie não foi afetado e que o limiar térmico inferior é de 8,8 °C indicando que a espécie pode permanecer em atividade durante todo o ano na região subtropical do país em hospedeiros cultivados ou silvestres (MORAES & FOERSTER, dados não publicados).

Malta (1999) verificou em campo que a densidade de *N. elegantalis* foi afetada em temperaturas abaixo de 10 °C, promovendo um efeito supressivo na população da praga. A flutuação de *N. elegantalis* foi expressiva em cultivos realizados no verão corroborando com os resultados encontrados por outros autores nas diferentes regiões produtoras do país (LARA et al., 1980; SANDRE JÚNIOR et al., 1992; CASSINO et al., 1995; MALTA, 1999; NUNES & LEAL, 2001; BENVENGA et al., 2010).

Além disso, durante a safra 2012/13, a umidade relativa também afetou significativamente a flutuação larval de *N. elegantalis*, onde esta variável explicou 46% da variação na densidade da praga (Tabela 4). A umidade relativa afetou a flutuação de *N. elegantalis* apenas no cultivo convencional, visto que no sistema orgânico as plantas foram conduzidas em casa-de-vegetação, o que pode ter reduzido a variação deste fator.

Tabela 4. Análise de regressão múltipla para fatores abióticos na densidade de larvas de *Neoleucinodes elegantalis* em área de produção convencional de tomate durante as safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13, município de Almirante Tamandaré, Paraná.

Variável	Coefficiente	EP	Valor de t	p	r ² cumulativo
Safr 2010/11					
Interação	-6,050	2,952	-2,049	0,048	-
Precipitação	0,151	0,092	1,633	0,112	0,38
Umidade relativa	0,014	0,006	2,364	0,024	0,38
Temperatura máxima	0,047	0,019	2,479	0,018	0,39
Temperatura mínima	0,084	0,055	1,531	0,136	0,41
Estação	0,646	0,308	-2,101	0,044	0,42
Safr 2011/12					
Interação	-12,870	6,888	-1,868	0,073	-
Temperatura mínima	0,048	0,289	0,165	0,870	0,08
Precipitação	-0,061	0,074	-0,828	0,416	0,18
Estação	-0,211	0,209	-1,009	0,322	0,21
Temperatura máxima	0,177	0,216	0,820	0,420	0,39
Umidade relativa	0,112	0,060	1,851	0,076	0,44
Safr 2012/13					
Interação	-46,806	16,280	-2,875	0,008	-
Temperatura máxima	-0,228	0,358	0,637	0,529	0,11
Precipitação	-0,183	0,244	0,751	0,459	0,13
Temperatura mínima	0,764	0,399	1,914	0,066	0,33
Estação	-2,754	1,202	2,292	0,030	0,37
Umidade relativa	0,573	0,199	2,876	0,008	0,46

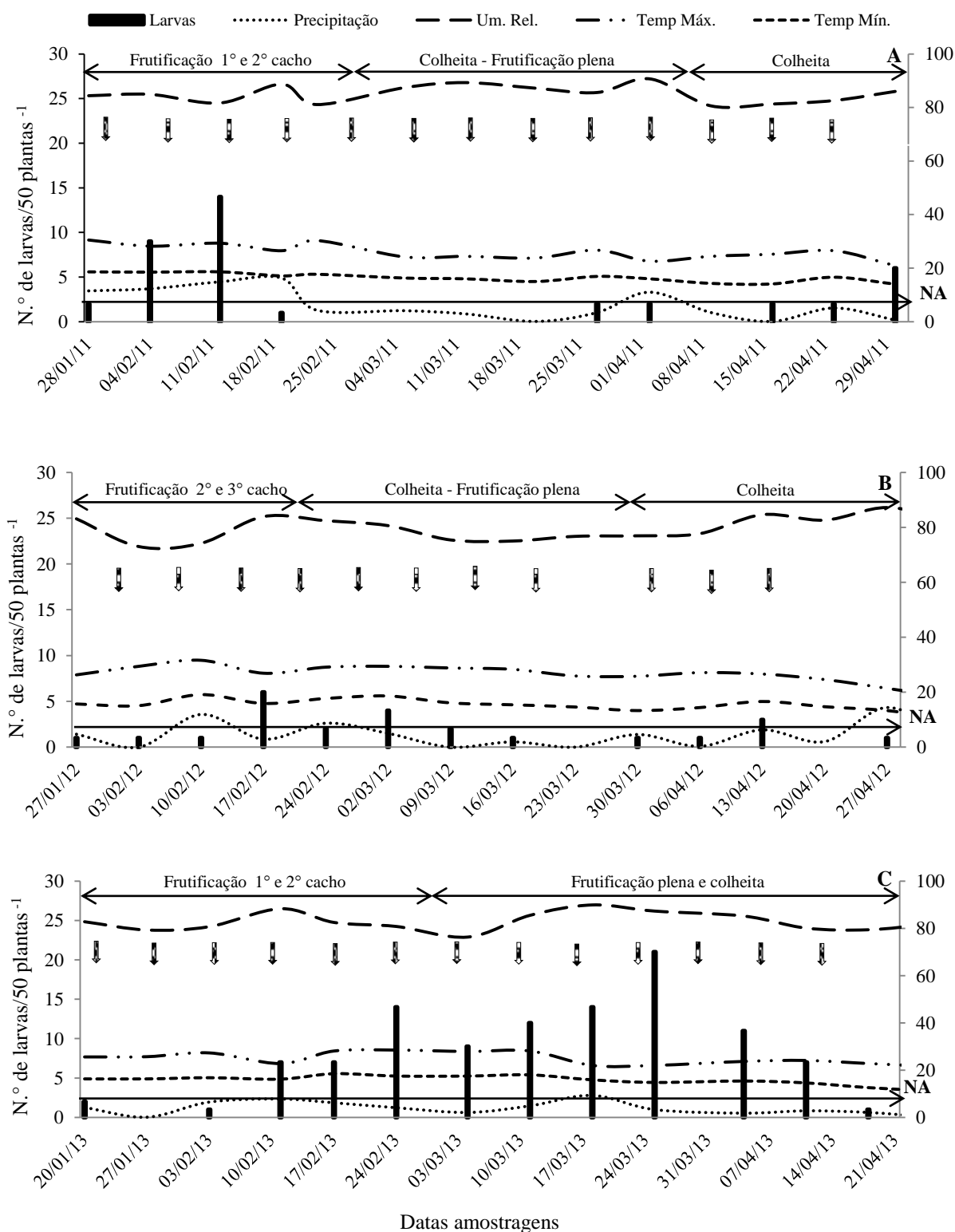


Fig. 2. Flutuação populacional de larvas de *Neoleucinodes elegantalis* em cultivo convencional de tomate estaqueado durante as safras de 2010/11 (A), 2011/12 (B) e 2012/13 (C) no município de Almirante Tamandaré, Paraná; NA= Nível de ação; ↓ = Aplicação de inseticida.

O monitoramento da fase larval a partir de frutos brocados evidenciou que a densidade média na safra 2012/13 foi de 7,6 larvas por 50 plantas amostradas não diferindo estatisticamente das safras anteriores e atingindo várias vezes o nível de ação (Tabela 3). A densidade de larvas em todas as safras foi alta, confirmando que o uso de inseticidas realizado durante todo o cultivo foi ineficiente, apesar do número de aplicações excederem as que foram efetuadas no cultivo orgânico e de serem produtos de alta toxicidade e de longo poder residual.

A alta incidência de larvas indica a baixa eficiência dos inseticidas utilizados no cultivo convencional, o que pode ter contribuído para isto é o fato de que em todas as safras a precipitação ocorreu em torno de 20 mm e a umidade relativa acima de 70%. Segundo Nunes & Leal (2001) a ocorrência de *N. elegantalis* é maior em plantios realizados em época de chuva, os quais verificaram que a percentagem de frutos brocados foi de 23% enquanto que na época de seca foi de 6%. Estes autores relataram que devido à umidade e a consequente lavagem dos produtos aplicados, as perdas foram entre 34 e 27% quando o controle foi estabelecido com os inseticidas Abamectina e Deltametrina, respectivamente.

Para Gravena & Benvenga et al. (2003) o nível de ação deve ser adotado quando 5% de 60 plantas amostradas apresentarem ovos nos frutos em fase inicial de desenvolvimento, porém este método de avaliação a partir de ovos ainda é complexo, pois a maioria dos produtores confundem ou desconhecem os aspectos biológicos da praga em campo. A partir da frutificação do primeiro cacho o nível de ação sugerido para o cultivo convencional é de 2 larvas por 50 plantas amostradas.

Com relação à captura de adultos pelas armadilhas de feromônio, a média semanal de adultos capturados na safra 2011/12 foi de 0,6 sendo significativamente menor que na safra 2012/13 que foi de 7,8 adultos por armadilha (Tabela 3). Estes resultados corresponderam à densidade larval registrada nessas duas safras, evidenciando que o feromônio é uma ferramenta eficiente como auxiliar na tomada de decisão no controle, para que seja realizado apenas quando a praga estiver acima do nível de dano econômico e não de forma sistemática (BADJI et al., 2003). Nestas condições, o nível de ação recomendado seria de 1,61 adultos capturados por armadilha semanalmente, diferente do sugerido por Benvenga et al. (2010), que é de 0,23 adultos na armadilha por dia para o cultivo durante o verão.

Para o cultivo convencional Boiça Junior et al. (2007) estabelecendo o nível de ação de 1% para frutos brocados, verificaram alta porcentagem de danos de *N. elegantalis* após a frutificação dos primeiros cachos, confirmando os estudos de França (1984), Reis et al. (1989), Gravena (1991) e Reis & Souza (1996), que relataram que a praga é difícil de controlar, especialmente em alta pressão populacional, porque seu nível de equilíbrio é sempre perto do limiar de ação, portanto, exigindo constante controle químico. Segundo Gomes et al. (2012) as perdas pelo broqueamento ocasionado por *N. elegantalis* foram menores em sistema de policultivo quando comparado ao monocultivo, apresentaram 8,4% e 11,6% de frutos brocados, respectivamente.

Apesar das aplicações de inseticidas no cultivo convencional serem sistemáticas para o controle de *N. elegantalis*, atingindo o número de 13 aplicações contra sete do cultivo orgânico, não impediu o ressurgimento das larvas. Isto comprova que o controle químico é limitado, visto que os períodos no qual *N. elegantalis* estaria mais vulnerável (entre a eclosão da lagarta e sua entrada no fruto) são de curta duração, e que, portanto as aplicações levam em conta apenas a atividade residual dos produtos, sem um prévio acompanhamento da ocorrência da praga ou qualquer grau de dano à cultura.

O uso indiscriminado de inseticidas pode gerar sérios problemas, incluindo o desenvolvimento de resistência da praga aos inseticidas, a ressurgência e a eliminação dos inimigos naturais, insetos polinizadores e animais silvestres, sem mencionar a exposição desnecessária do agricultor durante a aplicação, e maior potencial de resíduos de pesticidas que geram outros impactos sobre o meio ambiente (VILLAS BÔAS & CASTELO BRANCO, 1990; GRAVENA, 1991; HAJI, 1992).

Os resultados demonstraram a ineficiência de aplicações sistemáticas de inseticidas altamente tóxicos e de amplo espectro como Clorpirifós e Deltametrina, evidenciando a necessidade de manejos adequados para o controle de *N. elegantalis* e de medidas alternativas para a substituição do uso de inseticidas neurotóxicos.

A partir dos resultados observados e dos já relatados na literatura, na adoção de manejo integrado de *N. elegantalis*, o monitoramento da praga poderá ser realizado utilizando armadilha de feromônio juntamente com o monitoramento de larvas. Para o qual deve ser iniciado o controle a partir do nível de ação de duas larvas em 50 plantas amostradas e/ou 1,61 adultos capturados semanalmente por armadilha.

REFERÊNCIAS

- BADJI, C.A.; EIRAS, A.E.; CABRERA, A.; JAFFE, K. Avaliação do feromônio sexual de *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 221-229, 2003.
- BENVENGA, S.R. *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) em tomateiro estaqueado: dinâmica populacional, nível de controle com feromônio sexual e eficiência de agrotóxicos. 2009. 144 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, 2009.
- BENVENGA, S.R.; DE BORTOLI, A.S.; GRAVENA, S.; BARBOSA, J.C. Monitoramento da broca-pequena-do-fruto para tomada de decisão de controle em tomateiro estaqueado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p.435-440, 2010.
- BERTI, J.; MARCANO, R. Preferência de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por huevos de diferentes edades de varios hospederos. **Boletín de Entomologia Venezolana**, Maracay, v. 6, n. 2, p. 77-81, 1991.
- BLACKMER, J. L.; EIRAS, A.E.; SOUZA, C.L.M. de. Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, RJ, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 89-95, 2001.
- BOIÇA JUNIOR., LEAL A.; MACEDO, M.A.A.; TORRES, A.L.; ANGELINI, M.R. Late pest control in determinate tomato cultivars. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n. 6, p. 589-594, 2007.
- CARNEIRO, J.S.; HAJI, F.N.P.; SANTOS, F.A.M. **Bioecologia e controle da broca-pequena-do-tomate *Neoleucinodes elegantalis***. Teresina: Embrapa Meio-Norte, Circular, 26, 1998, 14 p.
- CASSINO, P.R.; PERUSSO, J.C.; REGO, L.M.; SAMPAIO, H.N. Proposta metodológica de monitoramento de pragas em tomateiro estaqueado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 279-285, 1995.

DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New Delhi: John Wiley & Sons, 699p., 1981.

EIRAS, A.E.; BLACKMER, J.L. Eclosion time and larval behavior of the tomato fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 195-197, 2003.

EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae). Disponível em: <http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/neoleucinodes_elegantalis.htm>. Acesso: 13 mai. 2013.

FRANÇA, F.H. Considerações sobre um programa de manejo integrado de pragas de hortaliças no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24, Jaboticabal, 1984. **Anais**. Jaboticabal: Sociedade de Olericultura do Brasil, p. 104-128, 1984.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas do tomateiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 2, Jaboticabal, 1991. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP/SEB, p. 105-159, 1991.

GRAVENA, S.; BENVENGA, S.R. **Manual prático para manejo de pragas do tomate**. Jaboticabal: Gravena Ltda., 144 p., 2003.

GOMES, F.B.; FORTUNATO, L.J.; PACHECO, A.L.V.; AZEVEDO, L.H.; FREITAS, N.; HOMMA, S.K. Incidência de pragas e desempenho produtivo de tomateiro orgânico em monocultivo e policultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 756-761, 2012.

HAJI, F.N.P. Histórico e situação atual da traça-do-tomateiro nos perímetros irrigados do Submédio São Francisco, In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO. EMOPI, 3., Campinas, 1992. **Anais**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, p. 57-58, 1992.

JORDÃO, A. L.; NAKANO, O. Controle de larvas dos frutos do tomateiro pelo ensacamento das pencas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 773-782, 2000.

LARA, F.M.; BARBIERI, J.; CHURATA-MASCA, M.G.C. Comportamento de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL) em relação ao ataque de *Neoleucinodes elegantalis*

(Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyraustidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 9 (1): p. 53-66, 1980.

LEBEDENCO, A.; AUAD, A.M.; KRONKA, S.N. Métodos de controle de lepidópteros do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 339-344, 2007.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H.F.G. A broca-pequena-do-tomate do tomateiro *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854). **O Biológico**, São Paulo, v. 19, p. 182-186, 1953.

MALTA, A.W.O. **Flutuação populacional e calibração de níveis de ação para o manejo integrado de pragas do tomateiro na mesorregião metropolitana de Belo Horizonte**. 1999. 91 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, 1999.

MIRANDA, M.M.M.; PIKANÇO, M.C.; ZANUNCIO, J.C.; BACCI, L.; SILVA, E.M. da. Impact of integrated pest management on the population of leaf miner, fruit borers, and natural enemies in tomato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 204-208, 2005.

MORAES, C.P.; FOERSTER, L.A. Desenvolvimento, reprodução e número de gerações de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) em função da temperatura. Paraná-Curitiba. **Dados não publicados**, 2014.

NUNES, M.U.C.; LEAL, M.L.S. Efeitos da aplicação de biofertilizante e outros produtos químicos e biológicos no controle da broca pequena do fruto e na produção do tomateiro tutorado em duas épocas de cultivo e dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 53-59, 2001.

PLAZA, A.S.; LEON, E.M.; FONSECA, J.P.; DE LA CRUZ, J. Biology, behaviour and natural enemies of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée). **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 18, n. 1, p. 32-37, 1992.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Controle da broca pequena, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae), com inseticidas fisiológicos, em tomateiro estaqueado. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, p. 65-69, 1996.

REIS, P.C.; SOUZA, J.C.; MALTA, A.W.O. Eficiência de inseticidas para o controle da broca-pequena, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera; Pyralidae), fruto do

tomateiro, *Lycopersicon esculentum* Mill. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 18, p. 131-144, 1989.

RODRIGUES FILHO, I.L.; MARCHIOR, L.C.; SILVA, L.V. da. Estudo da viabilidade do ensacamento de pencas em tomateiro tutorado para o controle de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée., 1854) (Lepidoptera: Crambidae) em Paty do Alferes – RJ. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 1-2, p. 33-37, 2001.

SALAS, J. Integrated pest-insects management program for tomato crops (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Lara State, Venezuela. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 301, p. 199-204, 1992.

SANDRE JUNIOR, P.; SILVA, A.L.; ALCANTARA, V.E.D.; FARIAS, T.A. Ensaio para o controle químico da broca pequena *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae) do tomateiro. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, Goiás, v. 21, n. 1, p. 127-131, 1992.

SILVA, A.C.; CARVALHO, G.A. Manejo Integrado de Pragas. In: ALVARENGA, M.A.R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, p. 309-366, 2004.

SIQUEIRA, H.A.A.; GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agricultural and Forest Entomology**, Banchory, v. 2, p. 147-153, 2000.

STATSOFT Inc. Statistica for Windows: Statsoft Inc., Tulsa, OK, 2004.

TOLEDO, A.A. Contribuição para o estudo de *Leucinodes elegantalis*, praga do tomate. **O Biológico**, São Paulo, v. 14, n. 5, p. 103-108, 1948.

VILLAS BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M. Manejo integrado de pragas em hortaliças. In: FERNANDES, O.A.; CORREA, A.C.B.; BORTOLI, S. A. (Ed.) **Manejo integrado de pragas**. Jaboticabal: FUNEP, v. 1, p. 147-150, 1990.

CAPÍTULO II- DESENVOLVIMENTO E REPRODUÇÃO DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM TRÊS CULTIVARES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

RESUMO

A broca-pequena-do-tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) é uma das pragas mais importantes das solanáceas, no Brasil e em outros países da Américas do Sul, Central e do Norte. Devido ao conhecimento limitado sobre a influência de diferentes cultivares de tomate na biologia da espécie, o desenvolvimento e a reprodução de *N. elegantalis* foram avaliados na cultivar Santa Clara e nos híbridos Giuliana e Paronset, temperatura de 20 ± 1 °C e umidade relativa de $60 \pm 10\%$. No híbrido Giuliana o ciclo de desenvolvimento foi mais longo (56,2 dias) em comparação com a cultivar Santa Clara (50,2 dias) e ao híbrido Paronset (50,7 dias). O peso das pupas foi significativamente menor no híbrido Giuliana. A fecundidade média das fêmeas alimentadas com o híbrido Giuliana durante a fase larval foi 88,6 ovos, em Paronset 82,3 e 37,0 em Santa Clara. Nesta cultivar a fertilidade foi de 79,0 %, sendo superior a Paronset com 67,6 % e Giuliana 70,8 %. O tomate híbrido Giuliana afetou o desenvolvimento de *N. elegantalis*, verificado pelo prolongamento das fases de larva e de pupa e pela redução do peso das pupas. Estes resultados evidenciam que o uso de cultivares tolerantes no campo pode reduzir o número de gerações da praga, diminuindo assim a sua aptidão durante o ciclo da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Broca-pequena-do-tomate, biologia, solanáceas.

DEVELOPMENT AND REPRODUCTION OF *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE)
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) IN THREE CULTIVARS OF TOMATO (*Solanum
lycopersicum* L.)

ABSTRACT

The small tomato borer *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) is one of the most destructive pests of Solanaceae, in Brazil and other countries of South, Central and North. Due to the restricted knowledge about the influence of tomato cultivars on the biology of the species, the development and reproduction of *N. elegantalis* was evaluated on three tomato cultivars, temperature of 20 ± 1 ° C and relative humidity of $60 \pm 10\%$. In the hybrid Giuliana the development from oviposition to adult emergence was longest (56.2 days) in comparison to the cultivar Santa Clara (50.2 days) and the hybrid Paronset (50.7 days). Pupal weight was significantly lower in Giuliana. The mean fecundity of females fed on Giuliana during the larval stage was 88.6 eggs per female, 82.3 on Paronset and 37.0 on Santa Clara, but egg viability was higher for females fed during the larval stage in Santa Clara (79.0 %). The hybrid tomato Giuliana affected the development of *N. elegantalis* checked by prolongation of the larval and pupal stages and reduction in weight of larvae. These results show that the use of tolerant cultivars in the field can reduce the number of generations of the pest, thus decreasing their fitness during the crop cycle.

KEY-WORDS: Small tomato borer, biology, solanaceous.

INTRODUÇÃO

O tomate é uma cultura de grande importância econômica e social no mundo (JORDÃO & NAKANO, 2002). Entre os principais entraves da cultura estão as pragas, que podem ser um fator limitante na produção. A broca-pequena-do-tomate, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) é uma praga de importância econômica devido aos danos causados diretamente nos frutos (LEIDERMAN & SAUER, 1953; PICANÇO et al., 2007). Uma única larva é suficiente para desvalorizar e tornar o fruto impróprio para o consumo (TOLEDO, 1948; BOIÇA JUNIOR et al., 2007).

As perdas de rendimento são estimadas entre 79 % (MIRANDA et al., 2005) e 90 % (CARNEIRO et al., 1998). De acordo com Blackmer et al. (2001) em condições de campo, as fêmeas depositam seus ovos de preferência sob as sépalas de frutos verdes pequenos (diâmetro de 23,0 mm) e logo a larva eclode e penetra no fruto, caracterizando o dano.

O conhecimento sobre a biologia da broca-pequena-do-tomate é restrito, Marcano (1991a) avaliou o tempo de desenvolvimento e reprodução de *N. elegantalis* em frutos de tomate da cultivar Rio Grande. Outros estudos se referem à ecologia e o comportamento de *N. elegantalis* (SALAS et al., 1991), o efeito dos feromônios na captura de machos de *N. elegantalis* (BADJI et al., 2003), a preferência de oviposição de *N. elegantalis* em tomate (BLACKMER et al., 2001; BARBOSA et al., 2010). Jaffe et al. (2007) investigaram o papel de estímulo químico sobre a atratividade sexual de *N. elegantalis* e o monitoramento da broca-pequena-do-tomate foi analisado por Benvenga et al. (2010) no cultivo de tomate estaqueado para a tomada de decisão no seu controle.

Ensaio de campo realizados por Lara et al. (1980) evidenciaram diferenças no comportamento de cultivares quanto ao ataque de *N. elegantalis*, sendo Roma VF mais resistente e H-2274 a mais suscetível. Moreira et al. (1985) também verificaram a cultivar Roma VF juntamente com Angela Hiper como as mais resistentes ao ataque de *N. elegantalis*, enquanto que as cultivares Campbell-28 e Europeel foram as mais suscetíveis. Reis et al. (1989) verificaram a resistência da cultivar Gigante Kada quando comparada a Floradel e Lyra Netto & Lima (1989) destacaram que a cultivar mais infestada nos dois anos de estudo foi Olho Roxo e que as cultivares PSX-76 e IPA 7 foram as menos infestadas.

Na cultura do tomate, o uso de cultivar sem melhoramento genético, como Santa Clara, pode ter algumas desvantagens sobre os híbridos, os quais apresentam boa adaptação, melhor produtividade e resistência a doenças (MELO et al., 1998), porém ainda pouco se sabe sobre o comportamento desses materiais com relação a pragas.

Devido à eficiência limitada encontrada com o uso do controle químico contra os danos causados por *N. elegantalis*, o conhecimento do efeito de diferentes cultivares de tomate sobre parâmetros biológicos da praga, podem gerar subsídios para a redução de prejuízos causados pela praga na produção do tomate. O objetivo deste trabalho foi comparar o desenvolvimento e a reprodução de *N. elegantalis* em frutos de tomate dos híbridos Giuliana, Paronset e da cultivar Santa Clara.

MATERIAL E MÉTODOS

Os insetos usados no experimento foram obtidos da criação no Laboratório de Controle Integrado de Insetos, da UFPR, originários de áreas de plantio convencional de tomate do município de Almirante Tamandaré, PR (25°19'29"S; 49°18'36"W; 945 m de altitude), coletados no ciclo de verão 2010 e criados em frutos de tomates do grupo Santa Cruz. Semanalmente frutos com larvas provenientes do campo foram introduzidas na colônia de laboratório para manter a diversidade genética da população.

Os tomates utilizados no experimento foram cultivados em casa de vegetação. Foram avaliados dois híbridos: Giuliana (Saladete) e Paronset (Salada) por serem comumente utilizados pelos produtores da região e uma cultivar pouco utilizada, Santa Clara (Santa Cruz), com mudas adquiridas no viveiro comercial Mudas Tamandaré localizado no Município de Almirante Tamandaré. Para cada cultivar foram preparados 10 vasos de 5 litros com substrato (HS Hortalças), as mudas foram irrigadas manualmente e a adubação de plantio e de cobertura (aos 30 e 60 dias) foi realizada com esterco de aves curtido (TÜZEL et al., 2004).

Ao iniciar a frutificação, foram utilizados 33 frutos verdes do primeiro cacho de cada Cultivar com diâmetro variando de 23 a 40 milímetros. Os frutos foram imersos em uma solução de água e hipoclorito de sódio (1%) por 5 minutos e enxaguados em água corrente a fim de evitar a presença de microrganismos. Em seguida os frutos foram colocados individualmente sobre um disco de papel toalha em potes de polipropileno com capacidade de

250 mL, inoculados com três larvas neonatas de *N. elegantalis* e mantidos em câmara climatizada a $20 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.

As larvas foram mantidas nessas condições até completarem o período larval dentro do fruto do tomate. Ao final do período larval, as pré-pupas abandonaram os frutos para empupar. As pré-pupas foram acondicionadas em potes de polietileno de 7 x 4 cm forrados com papel absorvente no fundo até empuparem. As pupas foram pesadas com 48 horas e vistoriadas quanto à presença de deformações. A sexagem foi realizada após a emergência dos adultos, conforme descrições de Muñoz et al. (1991) e Carneiro et al. (1998) (Figura 1).

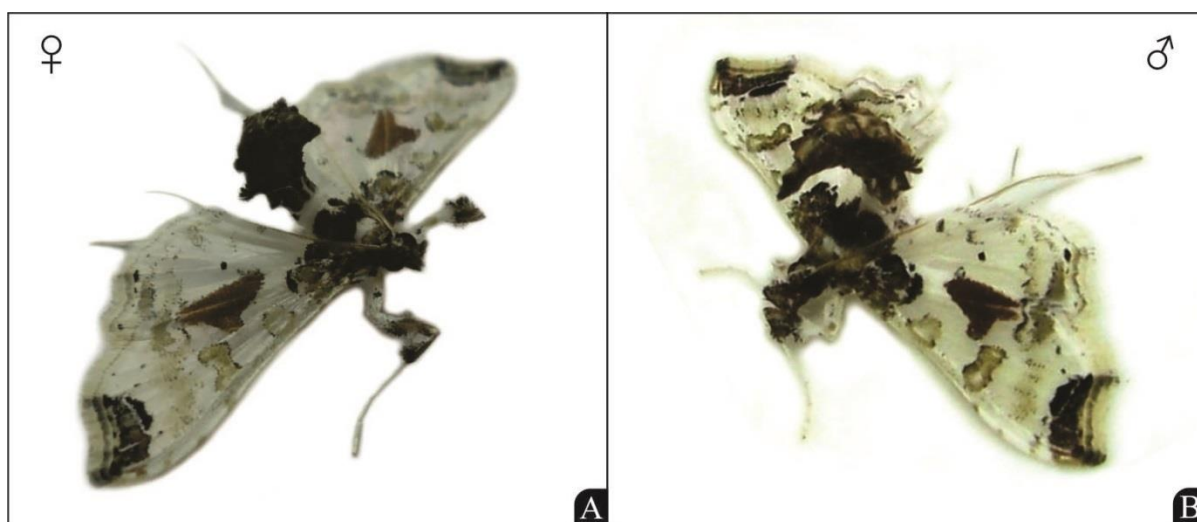


Fig. 1. Adultos de *Neoleucinodes elegantalis*: fêmea (A) e macho (B).

O desenvolvimento das fases imaturas nos três tipos de tomate foi avaliado por meio dos seguintes parâmetros biológicos: duração do período de ovo, larva, pré-pupa e pupa, peso das pupas e razão sexual, calculada pela fórmula: $RS = \frac{\text{número de fêmeas}}{\text{número de machos} + \text{fêmeas}}$.

O efeito do alimento consumido durante a fase larval foi avaliado na reprodução e na longevidade dos adultos. Vinte casais foram individualizados por tratamento, formados de acordo com a data de emergência e separados em gaiolas plásticas de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, com furos na parte superior para permitir a passagem do ar (Figura 2). Os adultos foram alimentados com mel diluído em água a 10% depositado no fundo da gaiola em recipientes plásticos com algodão. Como *N. elegantalis* é uma espécie especialista em solanáceas, necessita de um estímulo para oviposição. Sendo assim, folhas de tomate das respectivas cultivares foram colocadas na gaiola de reprodução como estímulo para

oviposição, visto que por vezes ovos foram colocados nas folhas de tomate. A troca do alimento e a coleta de ovos foram realizadas diariamente. A postura diária de cada fêmea foi acondicionada em recipientes plásticos forrados com papel toalha e observada até a eclosão das larvas. A data de eclosão foi anotada e as larvas eclodidas contadas e depois introduzidas na criação.

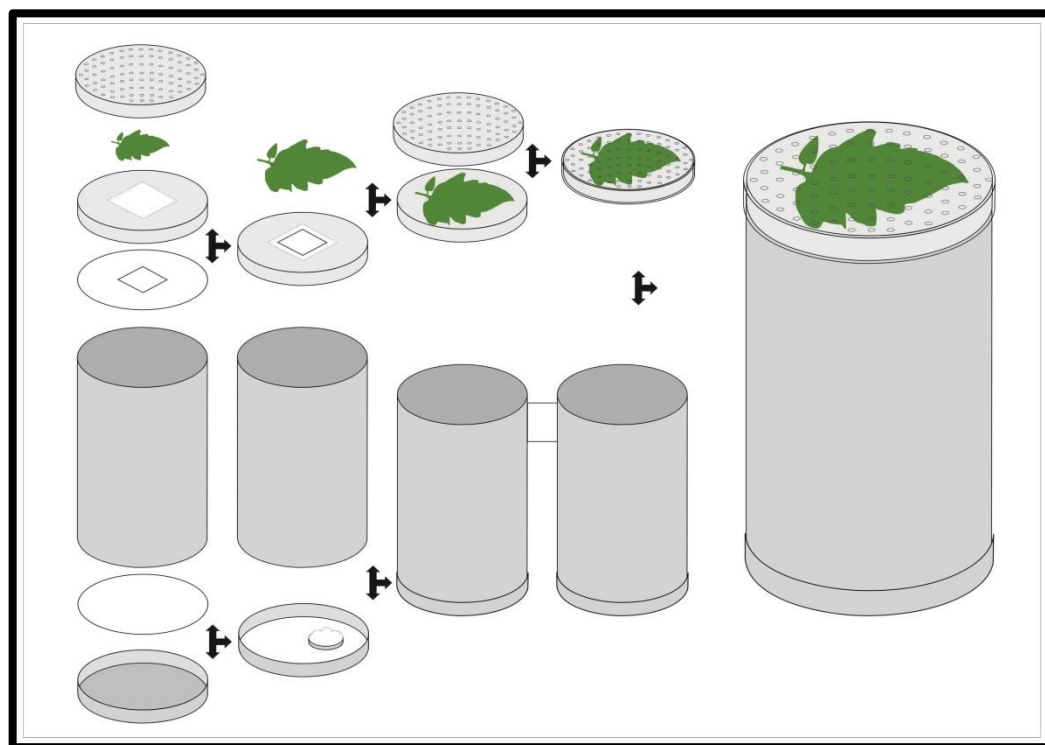


Fig. 2. Gaiola plástica utilizada para individualização dos casais de *Neoleucinodes elegantalis*.

Os parâmetros avaliados para os adultos de *N. elegantalis* foram: a longevidade, a duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade e fertilidade a qual foi calculada pela fórmula: $(\text{fertilidade} * 100) / \text{fecundidade}$.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e a condição de normalidade dos dados verificada pelo teste de Shapiro-Wilks. Para a comparação dos tratamentos em relação às variáveis foi utilizada análise de variância (ANOVA) para dados paramétricos com Tukey a 5% de probabilidade e para os dados não-paramétrico o teste de Kruskal-Wallis, ao nível de significância de $p < 0,05$. Os dados foram analisados com o software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de incubação dos ovos de *N. elegantalis*, a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ não variou entre os tratamentos ($p= 0,579$) com média de 7,4 dias (Tabela 1), semelhante ao encontrado por Marcano (1991a) que à mesma temperatura registrou 7,1 dias entre a postura e a eclosão das larvas. Este período de incubação favorece a ação do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum* (Hiley) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), pois segundo Berti & Marcano (1991), este agente de controle atua preferencialmente sobre ovos de 2 a 3 dias de incubação na superfície dos frutos, impedindo a eclosão das larvas.

Tabela 1. Tempo médio em dias (\pm EP) fases de ovo, larva, pré-pupa, pupa e peso de pupa (miligramas) de *Neoleucinodes elegantalis* em três cultivares de tomate; $20 \pm 1^\circ\text{C}$; $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo 12:12 horas.

Tratamento	N**	Tempo de desenvolvimento (dias)					Peso
		Ovo ^{NS}	Larva	Pré-pupa ^{NS}	Pupa	Ovo-adulto	Pupa (mg)
Santa Clara	64	7,4 \pm 0,14	25,8 \pm 0,41b	5,1 \pm 0,04	11,9 \pm 0,15b	50,2 \pm 0,43b	39 \pm 1,19a
Paronset	55	7,3 \pm 0,10	26,1 \pm 0,40b	5,2 \pm 0,05	12,1 \pm 0,13b	50,7 \pm 0,36b	41 \pm 1,24a
Giuliana	51	7,4 \pm 0,12	29,5 \pm 0,38a	5,1 \pm 0,10	14,2 \pm 0,21a	56,2 \pm 0,40a	36 \pm 1,02b
Valor de p	0,162	0,579	< 0,001	0,874	< 0,001	< 0,001	0,043
G.L. (N)	2(297)	2(28)	2(170)	2(170)	2(170)	2(170)	2(170)
H	3,646	1,092	42,946	0,269	62,873	72,128	6,285

*Valores de $p < 0,05$ diferem entre si de acordo com o Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis; NS – não significativo; **S= Sobrevivência fase larval.

A sobrevivência das larvas não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($p= 0,162$) (Tabela 1). Este resultado corrobora com Barbosa et al. (2010), que não observaram diferenças na sobrevivência de larvas em frutos de oito cultivares de tomate, sugerindo não haver preferência e que as larvas de *N. elegantalis* são capazes de penetrar, sobreviver e empupar de forma semelhante, qualquer que seja o genótipo. Já a duração da fase larval foi significativamente maior quando as larvas foram criadas em frutos de Giuliana (29,5 dias) em relação à Paronset (26,1 dias) e Santa Clara (25,8 dias) (Tabela 1).

Marcano (1991a, 1991b) estimou o desenvolvimento de *N. elegantalis* em tomate e berinjela; quando alimentadas com tomate, o período larval teve duração de 22,7 dias em comparação com 31,4 dias para aquelas alimentadas em frutos de berinjela. Segundo Muñoz et al. (1991) as larvas recém-eclodidas de *N. elegantalis* movimentam-se por um fio de seda até um ponto escolhido para a penetração no fruto através do epicarpo e em seguida se alimentam do mesocarpo e depois alcançam o endocarpo, onde a taxa de alimentação é maior. No endocarpo as larvas fazem galerias podendo se alimentar da placenta e das sementes constituindo então o dano real do fruto.

Os frutos de Giuliana apresentam certa rigidez na espessura da parede, sendo uma característica comum em híbridos F₁ do tipo longa vida (DELLA VECCHIA & KOCH, 2000), fato que pode ter propiciado uma menor movimentação da larva até atingir o endocarpo do fruto, prolongando seu desenvolvimento larval. É possível que a presença de tricomas na epiderme dos frutos tenha afetado a fisiologia do inseto, pois segundo Kennedy (2003), a existência dos aleloquímicos 2-undecanona e 2-tridecanona nas glândulas dos tricomas em folhas e frutos de tomate, prejudicam a aquisição de nutrientes e intoxicam os insetos.

N. elegantalis permaneceu durante cinco dias na fase de pré-pupa, período entre o fim da fase larval e o início da fase de pupa (Tabela 1). Não foram observadas deformações nas pupas de *N. elegantalis* em nenhum dos tratamentos. As larvas que se desenvolveram em Giuliana levaram 14,2 dias para a emergência de adultos quando comparadas com Santa Clara e Paronset com 11,9 e 12,1 dias, respectivamente (Tabela 1). Paredes et al. (2010) registraram que o período pupal teve duração de 13 dias com variação de 12 a 15 dias em frutos de lulo (*Solanum quitoense*), registrando uma sobrevivência de 40% entre o final da fase larval e o início da fase de pupa.

Com relação ao peso de pupas, verificou-se que as larvas que se alimentaram de Paronset (41 mg) e Santa Clara (39 mg) foram mais pesadas quando comparadas a Giuliana cujo peso médio foi de 36 mg (Tabela 1). As pupas provenientes de Paronset e Santa Clara resultaram em adultos visualmente maiores. Esta característica pode favorecer o desempenho da praga no campo, pois segundo Jaffe et al. (2007) os machos mais pesados foram mais propensos a iniciar a atividade de voo e que estes machos escolheram fêmeas maiores para o acasalamento. A razão sexual de *N. elegantalis* foi de 0,41 para Santa Clara e Giuliana e 0,44 para Paronset, não afetando a proporção entre os sexos nos alimentos consumidos durante a

fase larval. Esse fato também foi constatado por Fernández & Salas (1985); Salas (1992), Carneiro et al. (1998) e Jaffe et al. (2007). Desta forma, todos os frutos propiciaram a formação de casais para a avaliação da fase reprodutiva.

O tempo de desenvolvimento de *N. elegantalis* da incubação dos ovos até a emergência dos adultos foi significativamente maior quando as larvas foram alimentadas com Giuliana (56,2 dias) em comparação com o tempo gasto em Paronset de 50,2 dias e em Santa Clara de 50,7 dias (Tabela 1). Estes resultados diferem daqueles encontrados por Marcano (1991a), que relatou o ciclo de desenvolvimento em 43,7 dias, na mesma temperatura, porém com umidade relativa de 93% usando a cultivar Rio Grande como alimento na fase larval. Esta diferença no ciclo pode ser devido ao efeito de antibiose causada pela cultivar, porque de acordo com Smith (2005), o efeito antibiótico pode se expressar de forma moderada, aumentando a duração do desenvolvimento e reduzir o peso ou diminuir a longevidade do adulto.

No período reprodutivo, não foram verificadas diferenças entre os tratamentos com relação ao período de pré-oviposição ($p= 0,510$), período de oviposição ($p= 0,299$), fecundidade ($p= 0,495$) e fertilidade ($p= 0,813$). O número de casais de *N. elegantalis* que ovipositaram foi relativamente baixo; dos 20 casais formados por tratamento, 13 ovipositaram em Paronset; 11 em Santa Clara e 10 em Giuliana (Tabela 2). De acordo com Jaffe et al. (2007) *N. elegantalis* copula apenas uma vez com um único macho, sendo que os machos mais vigorosos tem uma resposta mais rápida ao feromônio sexual liberado pelas fêmeas, funcionando, assim como um processo de seleção natural. Este comportamento pode explicar número relativamente baixo de fêmeas que ovipositaram, já que os casais foram formados aleatoriamente e sem opção para a escolha de parceiras por parte dos machos.

A duração do período de pré-oviposição variou de 5,8 a 6,5 dias, foi o dobro dos valores relatados por Marcano (1991a) e Muñoz et al (1991). O período de oviposição de *N. elegantalis* durou menos de uma semana para as fêmeas emergidas das três cultivares (Tabela 2), semelhante ao valor encontrado por Carneiro et al. (1998) e superior aos dois dias de oviposição descritos por Marcano (1991a). Na prática estes resultados implicam que ao atingir o nível de ação para adultos de *N. elegantalis* o produtor teria um tempo médio entre 10 a 14 dias para iniciar o controle de ovos na superfície dos frutos. Este período de tempo para efetuar o controle é equivalente ao intervalo entre o acasalamento (pré-oviposição de 6 a 7

dias) e a eclosão das larvas na superfície dos frutos, considerando que o período de incubação é de 7,4 dias.

O número médio de ovos depositados por fêmea em Giuliana e Paronset foi mais que o dobro que em Santa Clara (Tabela 2). No entanto, devido à grande amplitude no número de ovos por fêmea, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Marcano (1991a) obteve uma média de 52,3 ovos por fêmea, também com uma grande variação no número de ovos por fêmea entre as repetições (19 a 77 ovos/fêmea).

Não houve diferença estatística quanto à fertilidade dos ovos entre os tratamentos, variando de 67,6 % em fêmeas criadas na fase larval em Paronset a 79,0 % naquelas criadas em Santa Clara (Tabela 2). Valores semelhantes foram descritos por Fernandez & Salas (1985) em tomate, porém Muñoz et al. (1991) registraram 98,0 % de fertilidade de ovos quando as larvas foram criadas em lulo.

Tabela 2. Duração média em dias (\pm EP) dos períodos de pré-oviposição e oviposição; fecundidade em número de ovos por fêmea e percentual de fertilidade de *Neoleucinodes elegantalis* em três cultivares de tomate; 20 ± 1 °C; $60\pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.

Tratamento	Casal (N)	Pré- oviposição	Oviposição	Fecundidade (N.º ovos/fêmea)	Fertilidade (%)
Santa Clara	11	6,5 \pm 1,11	3,9 \pm 0,86	37,0 \pm 14,13	79,0 \pm 8,38
Paronset	13	6,5 \pm 0,87	5,8 \pm 0,84	82,3 \pm 16,68	67,6 \pm 10,83
Giuliana	10	5,8 \pm 1,22	4,9 \pm 1,08	88,6 \pm 33,97	70,8 \pm 11,88
Valor de p	---	0,510	0,299	0,495	0,813
G.L. (N)	---	2 (34)	2 (34)	2 (34)	2 (34)
H	---	1,345	2,414	1,407	0,414

*Valores de $p > 0,05$ não diferem entre si de acordo com o Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

A longevidade de machos e fêmeas de *N. elegantalis* foi superior a 15 dias, não sendo encontradas diferenças estatísticas entre as cultivares e entre os sexos (Tabela 3). Estes valores são duas vezes maiores do que a longevidade registrada por Marcano (1991a, b) para a espécie mantida à mesma temperatura e criada durante a fase larval em frutos de tomate e berinjela. A alta longevidade dos adultos de *N. elegantalis* favorece o controle mais racional

dos adultos pelo uso de feromônio sexual, armadilhas luminosas e por iscas atrativas (SALAS, 1992; FRANÇA et al., 2009; BENVENGA et al., 2010).

Tabela 3. Médias (\pm EP) em dias para a longevidade de fêmeas e machos de *Neoleucinodes elegantalis* em três cultivares de tomate; 20 ± 1 °C; $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.

Tratamento	N	Longevidade (dias)	
		Fêmea	Macho
Santa Clara	20	17,7 \pm 1,07a	17,7 \pm 1,02a
Paronset	20	17,7 \pm 1,17a	17,6 \pm 1,45a
Giuliana	20	16,3 \pm 0,98a	15,2 \pm 0,90a
Valor de p	---	0,716	0,224

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (Tukey a 5% de probabilidade).

No campo a cultivar Santa Clara é considerada suscetível às principais pragas e doenças de tomate (BETTIOL et al., 2004) e assim, é utilizada em testes de laboratório, como um padrão para a suscetibilidade. Segundo as empresas responsáveis pelos híbridos Giuliana (Sakata) e Paronset (Syngenta), esses híbridos possuem resistência genética a inúmeras doenças, mas pouco se sabe sobre a tolerância ao ataque de insetos.

Resultados de campo mostraram diferenças significativas quanto à resistência de *N. elegantalis* em diferentes cultivares de tomate (LARA et al., 1980). Boiça Junior et al. (2007) citam que quando *N. elegantalis* atingiu o nível de dano, apenas uma pulverização foi suficiente na cultivar AP533 para reduzir a infestação enquanto que para a cultivar Rio Grande foram necessárias duas aplicações. Também Wamser et al. (2008) encontraram diferenças nos danos de *N. elegantalis* entre cultivares, sendo que a cultivar San Vito apresentou maior porcentagem de frutos atacados quando comparada a cultivar Nemo-Netta.

De acordo com Viáfara et al. (1999) o aumento da suscetibilidade de *N. elegantalis* a cultivares de tomate do tipo industrial, é atribuído ao maior teor de sólidos solúveis que estimulam os hábitos alimentares das larvas. As três cultivares sustentaram o desenvolvimento e a reprodução de *N. elegantalis*. Contudo, o tempo de desenvolvimento significativamente mais longo registrado na cultivar Giuliana proporciona um menor número de gerações e maior tempo de exposição aos parasitoides no campo. Ademais, o peso pupal

significativamente menor representa uma menor aptidão da praga à cultivar Giuliana, comprometendo o seu desempenho biológico quando alimentada com esta cultivar no estágio larval.

Estes resultados contribuem para ampliar o conhecimento acerca do ciclo biológico de *N. elegantalis* e evidenciam que o uso de diferentes cultivares de tomate no campo pode reduzir o número de gerações da praga, diminuindo assim a sua aptidão durante o ciclo da cultura.

REFERÊNCIAS

- BADJI, C.A.; EIRAS, A.E.; CABRERA, A.; JAFFE, K. Avaliação do feromônio sexual de *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Crambidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, p. 221-229, 2003.
- BARBOSA, F.S.; MENEZES, E.L.A.; ARRUDA, L.N.; BRITO, D.O.; CARMO, M.G.F.; PEREIRA, M.B. Preferência de oviposição de broca-pequena-do-fruto em oito variedades de tomate rasteiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 634-640, 2010.
- BENVENGA, S.R.; DE BORTOLI, A.S.; GRAVENA, S.; BARBOSA, J.C. Monitoramento da broca-pequena-do-fruto para tomada de decisão de controle em tomateiro estaqueado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 435-440, 2010.
- BERTI, J.; MARCANO, R. Preferencia de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por huevos de diferentes edades de varios hospederos. **Boletín de Entomologia Venezolana**, v. 6, p. 77-81, 1991.
- BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J.A.H.; SILOTO, R.C. Organic and conventional tomato cropping systems. **Scientia Agrícola**, v. 61, p. 253-259, 2004.
- BLACKMER, J.L.; EIRAS, A.E.; SOUZA, C.L.M. de. Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, RJ, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 89-95, 2001.
- BOIÇA JUNIOR, L.A.; MACEDO, M.A.A.; TORRES, A.L.; ANGELINI, M.R. Late pest control in determinate tomato cultivars. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, p. 589-594, 2007.
- CARNEIRO, J.S.; HAJI, F.N.P.; SANTOS, F.A.M. **Bioecologia e controle da broca-pequena-do-tomate *Neoleucinodes elegantalis***. Teresina: Embrapa Meio-Norte, Circular, 26, 1998, 14 p.
- DELLA VECCHIA, P.T.; KOCH, P.S. Tomates longa vida: O que são, como foram desenvolvidos? **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 3-4, 2000.

FERNÁNDEZ, S.; SALAS, J. Estudios sobre la biología del perforador del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Pyraustidae). **Agronomia Tropical**, v. 35, p. 77-82, 1985.

FRANÇA, S.M.; OLIVEIRA, J.V.; PICANÇO, M.C.; LÔBO, A.P.; SILVA, E.M.; GONTIJO, P.C. Seleção de atrativos alimentares e toxicidade de inseticidas para o manejo da broca-pequena-do-tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 561-568, 2009.

JAFFE, K.; MIRÁS, B.; CABRERA, A. Mate selection in the moth *Neoleucinodes elegantalis*: evidence for a supernormal chemical stimulus in sexual attraction. **Animal Behaviour**, London, v. 73, p. 727-734, 2007.

JORDÃO, A.L.; NAKANO, O. Ensacamento de frutos do tomateiro visando ao controle de pragas e à redução de defensivos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, p. 281-289, 2002.

KENNEDY, G.G. Tomato, pests, parasitoids, and predators: tritrophic interactions involving the genus *Lycopersicon*. **Annual Review of Entomology**, v. 48, p. 51-72, 2003.

LARA, F.M.; BARBIERI, J.; MASCA, M.G.C.C. Comportamento de cultivares de tomate em relação ao ataque da broca-pequena *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyraustidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 9, p. 53-66, 1980.

LEIDERMAN, L.; SAUER, H.F.G. A broca-pequena-do-fruto do tomateiro. **O Biológico**, v. 19, p. 182-186, 1953.

LYRA NETTO, A.M.C.; LIMA, A.A.F. Infestação de cultivares de tomateiro por *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 221-223, 1998.

MARCANO, R.V. Estudio de la biología y algunos aspectos del comportamiento del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae) em tomate. **Agronomia Tropical**, v. 41, p. 257-263, 1991a.

MARCANO, R.V. Ciclo biológico del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae), usando berenjena (*Solanum melongena*) como alimento. **Boletín de Entomología Venezolana**, v. 6, p. 135-141, 1991b.

MELO, P.C.T.; MIRANDA, J.E.C.; COSTA, C.P. POSSIBILIDADES do uso de híbridos F1 de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 6, n. 2, p. 4-6, 1998.

MIRANDA, M.M.M.; PICANÇO, M.C.; ZANUNCIO, J.C.; BACCI, L.; SILVA, E.M. da. Impact of integrated pest management on the population of leafminer, fruit borers, and natural enemies in tomato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 204-208, 2005.

MOREIRA, J.O.T.; LARA, F.M.; MASCA, M.G.C.C. Resistência de cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) a broca-pequena-do-fruto, **Ciência e cultura**, v. 37, p. 618-623, 1985.

MUÑOZ, E.; SERRANO, A.; PULIDO, J.I.; DE LA CRUZ, J. Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854), (Lepidoptera: Pyralidae), passador del fruto del lulo *Solanum quitoense* Lam. en el valle del cauca. **Acta Agronómica**, Palmira, v. 41, p. 99-104, 1991.

PAREDES, J.; PERALTA, E.L., GÓMEZ, P. Gusano perforador de los frutos de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam): identificación y biología. **Revista Tecnológica ESPOL – RTE**, v. 23, p. 27-32, 2010.

PICANÇO, M.C.; BACCI, L.; SILVA, E.M.; MORAIS, E.G.F.; SILVA, G.A.; SILVA, N.R. Manejo integrado das pragas do tomateiro no Brasil. In: SILVA, D.J.H.; VALE, F.X.R. (Ed.). **Tomate: tecnologia de produção**. Viçosa: UFV, 2007. p.199-232.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C.; MALTA, A.W.O. Effectiveness of insecticides for the control of the tomato fruit borer *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae) on tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 18, p. 131-144, 1989.

SALAS, J.; ALVAREZ, C.; PARRA, A. Contribución al conocimiento de la ecología del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyraustidae). **Agronomia Tropical**, v. 41, p. 275-283. 1991.

SALAS, J. Integrated pest-insects management program for tomato crops (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Lara State, Venezuela. **Acta Horticulturae**, v. 301, p. 199-204, 1992.

SMITH, C. M. Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches. Berlin: **Springer**, 423 p., 2005.

STATSOFT Inc. Statistica for Windows: Statsoft Inc., Tulsa, OK, 2004.

TOLEDO, A.A. Contribuição para o estudo de *Leucinodes elegantalis*, praga do tomate. **O Biológico**, v. 14, p. 103-108, 1948.

TÜZEL, Y.; ÖZTEKIN, G.B.; ONGUN, A.R.; GÜMÜ, M.; TÜZEL, I.H.; ELTEZ, R.Z. Organic tomato production in the greenhouse. **Acta Horticulturae**, v. 659, p. 729-736, 2004.

VIÁFARA, H.F., GARCÍA, F.Y.; DÍAZ, A.E. Parasitismo natural de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidóptera: Pyralidae) en algunas zonas productoras de Solanáceas del Cauca y Valle del Cauca en Colombia. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 25, p. 151-159, 1999.

WAMSER, A.F.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P.; MUELLER, S. Influência do sistema de condução do tomateiro sobre a incidência de doenças e insetos-praga. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 180-185, 2008.

CAPÍTULO III- DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E NÚMERO DE GERAÇÕES DE *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE) (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA

RESUMO

A broca-pequena-do-tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) é uma das pragas mais importantes das solanáceas distribuída por toda a região Neotropical. Este trabalho teve como objetivo determinar a duração das fases imaturas e a reprodução de *N. elegantalis* em cinco temperaturas constantes de 15, 20, 25, 27 e $30 \pm 1^\circ\text{C}$, utilizando-se frutos de tomate híbrido Paronset como alimento na fase larval. A taxa de desenvolvimento foi proporcional à temperatura, acelerando com o aumento desta. A temperatura base (T_b), calculada através da equação de regressão linear sobre a recíproca do desenvolvimento, foi de $8,8^\circ\text{C}$ para o estágio de ovo, $7,7^\circ\text{C}$ para os estágios de larva e pupa. *N. elegantalis* necessita de 588,2 graus-dia acima de um limite inferior de $8,8^\circ\text{C}$ para completar o desenvolvimento da oviposição até a emergência dos adultos. A fase reprodutiva da espécie foi afetada pela temperatura de 30°C não havendo ovos férteis, indicando que a população estudada de *N. elegantalis* é suscetível nesta temperatura. Para a região subtropical do Brasil o número de gerações de *N. elegantalis* é reduzido, podendo ser associado ao aumento da latitude.

PALAVRAS-CHAVE: Broca-pequena-do-tomate, exigências térmicas, limiar de resposta.

DEVELOPMENT, REPRODUCTION AND NUMBER OF GENERATIONS OF *Neoleucinodes elegantalis* AS A FUNCTION OF TEMPERATURE

ABSTRACT

The small tomato borer *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) is one of the major pests of solanaceous plants distributed throughout the Neotropics. The development time of the immature stages, longevity and reproduction of *N. elegantalis* was assessed at constant temperatures 15, 20, 25, 27 and $30 \pm 1^\circ\text{C}$, using fruits of the tomato hybrid Paronset as larval food. The development rate was proportional to temperature, being faster as temperature increased. The lower threshold temperature (T_b), calculated by the linear regression over the reciprocal of development, was 8.8°C for the egg stage and 7.7°C for the larval and pupal stages. *N. elegantalis* required 588.2 degree-days above a lower limit of 8.8°C to complete development from oviposition to adult emergence. Reproduction was affected by the highest temperature evaluated; at 30°C with no fertile eggs, indicating that subtropical populations of *N. elegantalis* are susceptible to high temperatures. The number of generations under milder climate is reduced compared to tropical regions, indicating the existence of a relationship between latitude and number of generations per year.

KEY-WORDS: Small tomato borer, thermal requirements, threshold response.

INTRODUÇÃO

A broca-pequena-do-tomate, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) é uma espécie de grande importância econômica na tomaticultura devido ao dano direto causado nos frutos (JORDÃO & NAKANO, 2002; PICANÇO et al., 2007). As perdas na produção são relatadas na ordem de 50 % a 90 % (NUNES & LEAL, 2001; GRAVENA & BENVENGA, 2003; MIRANDA et al., 2005). Esta espécie é de ocorrência neotropical englobando as Américas Central, do Norte e do Sul (MUÑOZ et al., 1991; MARCANO, 1991a; SALAS et al., 1991). *N. elegantalis* tem status de praga quarentenária nos EUA (ESPINOZA, 2008; EPPO, 2013), situação que limita a exportação de frutos da família solanacea provenientes da América do Sul (DÍAZ, 2010).

Estudos sobre os fatores que afetam a ocorrência e a densidade de pragas no campo são fundamentais para seu manejo. A temperatura é um fator limitante, afetando a sobrevivência, o desenvolvimento e o desempenho reprodutivo dos insetos (SAGARRA et al., 2000). Segundo Woodson & Edelson (1988), modelos matemáticos que usam graus-dia têm sido utilizados para descrever taxas de desenvolvimento e previsão de ocorrência de picos populacionais de insetos no campo. Tais modelos baseiam-se no somatório de unidades térmicas (graus-dia) para o inseto atingir seu desenvolvimento em função da temperatura do ambiente.

Apesar da importância de *N. elegantalis*, o conhecimento sobre os parâmetros biológicos e comportamentais da espécie em relação à temperatura é restrito aos registros de Marcano (1991a, b) na Venezuela em frutos de tomate e berinjela, Munõz et al. (1991) na Colômbia e Paredes et al. (2010) no Equador, ambos em frutos de tomate de árvore *Solanum quitoense*, conhecido como lulo.

A presença de *N. elegantalis* no campo ocorre a partir da frutificação do tomateiro, as fêmeas depositam os ovos na superfície do fruto em início de desenvolvimento (BLACKMER et al. 2001; RODRIGUES FILHO et al., 2001). O tomateiro emite floradas sucessivas e esta característica fisiológica favorece o escalonamento da produção e a disponibilidade de hospedeiro para *N. elegantalis*. Na região sudeste do Brasil a espécie ocorre entre os meses de

março a junho e de agosto a dezembro e o índice médio de plantas com ovos é três vezes maior nos cultivos de verão em relação aos cultivos de inverno (BENVENGA et al., 2010).

Não há relatos sobre os efeitos da temperatura no desenvolvimento e reprodução de *N. elegantalis* com populações provenientes de solanáceas cultivadas na região subtropical do país. Para preencher esta lacuna, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar as exigências térmicas, o número de gerações e o efeito da temperatura na sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de uma linhagem subtropical de *N. elegantalis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em câmaras climatizadas tipo BOD, ajustadas para as temperaturas de 15, 20, 25, 27 e $30 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12:12 horas. As larvas utilizadas foram provenientes da criação estoque do Laboratório de Controle Integrado de Insetos da UFPR, criadas a 20°C e umidade relativa de $60 \pm 10\%$.

Criação de *N. elegantalis* em laboratório

Estabeleceu-se uma criação a partir de insetos coletados em frutos de tomate, no ciclo de verão de 2010, provenientes de cultivos comerciais, localizados no município de Almirante Tamandaré ($25^\circ 32' 06''\text{S}$; $49^\circ 12' 21''\text{O}$; 906 m de altitude), região metropolitana de Curitiba, sul do Brasil. Os frutos foram acondicionados em potes de polipropileno forrados com papel absorvente. Após completarem o período larval, as larvas abandonaram os frutos e empuparam no papel absorvente. As pupas foram separadas em grupos de 15 em recipientes de polipropileno com capacidade de 250 ml.

Após a emergência, os adultos foram mantidos em gaiola telada de 40x40x60 cm. A alimentação foi constituída por uma solução de mel a 10%, fornecida em tampas plásticas de 5 cm de diâmetro x 1 cm de altura, preenchidas com algodão hidrófilo e colocadas no interior da gaiola. Como estímulo para a oviposição foi oferecido um fruto de tomate verde, com diâmetro de 20 a 30 mm, colocado sobre um disco de papel absorvente. O alimento foi trocado diariamente, bem como os ovos coletados e acondicionados em recipiente de polipropileno de 15 x 5 cm, forrado com papel absorvente.

Desenvolvimento e sobrevivência de *N. elegantalis* em diferentes temperaturas

A duração e a sobrevivência dos estágios imaturos foram registrados nas cinco temperaturas constantes. Em cada temperatura 120 larvas recém-eclodidas à 20 °C foram distribuídas em grupos de 3 em 40 frutos verdes de tomate híbrido Paronset (grupo salada), com diâmetro variando de 23 a 40 milímetros. Após a inoculação das larvas, os frutos foram acondicionados em potes de polipropileno e mantidos nas respectivas temperaturas até a emergência dos adultos.

Ao término da fase larval, registrou-se a data de saída do fruto como início da fase de pré-pupa. As pupas foram individualizadas em potes de polipropileno de 7 x 4 cm, forrados com papel absorvente no fundo, sendo pesadas após 48 horas e analisadas quanto à presença de deformações. A sexagem foi realizada após a emergência dos adultos, de acordo com as descrições de Muñoz et al. (1991) e Carneiro et al. (1998). A razão sexual foi calculada pela fórmula: $RS = \frac{\text{número de fêmeas}}{\text{número de machos} + \text{número de fêmeas}}$. O desenvolvimento das fases imaturas nas diferentes temperaturas foi avaliado pela duração, viabilidade e peso das pupas.

O efeito da temperatura sobre o estágio adulto de *N. elegantalis* foi avaliado através da longevidade, duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição, número de ovos por fêmea e fertilidade dos ovos. Foram utilizados vinte casais por tratamento, formados de acordo com a data de emergência e separados em gaiola plástica de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura. Como estímulo para oviposição foram utilizadas folhas de tomate, as quais ficavam encaixadas entre duas tampas plásticas sobrepostas, a tampa inferior foi revestida na superfície interna com papel sulfite e apresentava uma área recortada em forma de quadrado de 6,25 cm². A folha ficava exposta para os adultos na parte interna da gaiola através da superfície recortada da tampa inferior. As fêmeas ovipositaram na folha, e ao redor da folha de tomate, na superfície revestida da tampa da gaiola. A alimentação consistiu de mel diluído em água a 10 % depositado em recipientes plásticos com algodão. A troca do alimento e a coleta de ovos foram realizadas diariamente. Os ovos foram separados por fêmea e por dia de oviposição e mantidos em recipientes plásticos forrados com papel toalha e observados até a eclosão das larvas. A data de eclosão foi anotada e as larvas eclodidas contadas.

Análise estatística

Os dados de desenvolvimento e reprodução de *N. elegantalis* nas diferentes temperaturas foram avaliados por meio da análise de variância com o software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004) e quando observadas diferenças, foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade. O efeito da temperatura na taxa de desenvolvimento foi avaliado por regressão linear usando o modelo $Y = -a + bx$, onde Y é a taxa de desenvolvimento (1/tempo de desenvolvimento); x é a temperatura; a e b são os parâmetros obtidos da regressão. A temperatura base (T_0) e a constante térmica K em graus-dia foram estimadas usando as fórmulas: $T_0 = -a/b$, e $K = 1/b$, de acordo com Campbell et al. (1974). Foi estimado o número de gerações de *N. elegantalis* para algumas regiões brasileiras onde a espécie ocorre: Amapá, Ceará, Goiás, Rio de Janeiro e Paraná (EPPO, 2013), utilizando-se os graus-dia acumulados pelo método de seno único (HERMS, 2004). As temperaturas mínima e máxima diárias das diferentes regiões foram obtidas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de desenvolvimento dos estágios imaturos foi proporcional à temperatura, acelerando com o aumento da mesma (Tabela 1). O período de incubação de *N. elegantalis* diferiu estatisticamente, variando entre 4,9 e 15,5 dias às temperaturas de 27 e 15 °C, respectivamente (Tabela 1). As posturas realizadas a 30 °C foram inviáveis, tal como descrito por Marcano (1991a) utilizando tomate como alimento larval, enquanto que na temperatura de 14,7 °C, segundo o autor, não houve oviposição. Porém, ao utilizar berinjela na fase larval, Marcano (1991b) somente obteve oviposição e eclosão de larvas na temperatura de 25 °C, com o mesmo período de incubação de 5,3 dias encontrado neste trabalho. Ainda segundo Marcano (1991b) à 15 °C e 20 °C não houve oviposição e à 30,2 °C as fêmeas ovipositaram, porém os ovos foram inférteis.

O estágio larval variou de 13,2 dias a 30 °C e 40,4 dias a 15 °C (Tabela 1). Marcano (1991a) verificou que a temperatura extrema de 34,5 °C prolongou o tempo de desenvolvimento, indicando que o limite superior de desenvolvimento foi ultrapassado, aumentando o número de ínstar de *N. elegantalis*. Desta forma, a temperatura pode afetar na fisiologia dos insetos, pois alguns mecanismos limitam a sua sobrevivência. As temperaturas de 20 °C ou menos retardam o tempo de desenvolvimento e desaceleram a taxa de

crescimento da população, explicando porque plantios de inverno não sofrem ataques tão intensos como nos plantios de verão, conforme observado nos experimentos de campo (BENVENGA et al., 2010).

A duração do estágio de pré-pupa diferiu estatisticamente entre os tratamentos, acelerando com o aumento da temperatura (Tabela 1). A duração máxima do estágio pupal foi de 31,4 dias a 15 °C e mínimo de 8,8 dias a 30 °C (Tabela 1). Esta velocidade no desenvolvimento de *N. elegantalis* indica a temperatura a partir da qual o incremento térmico ao invés de acelerar a duração da fase imatura promove efeitos deletérios. O prolongamento dos períodos de pré-pupa e pupa possibilita a ação dos agentes de controle biológico, uma vez que estes nesta fase ficam mais expostos. Díaz & Brochero (2012) encontraram cinco espécies de parasitoides associados às pupas de *N. elegantalis* pertencentes às famílias Ichneumonidae, Eulophidae e Chalcididae.

Comparando-se o peso médio de pupas entre as temperaturas, verifica-se que a 15 °C foram mais pesadas diferindo estatisticamente das demais, indicando que a temperatura exerce efeito sobre este parâmetro (Tabela 1). As pupas mais pesadas resultaram em adultos maiores, isto pode favorecer o desempenho do inseto no campo, pois estudos sobre o comportamento de *N. elegantalis* destacam que os adultos maiores foram os primeiros a iniciar a atividade de voo e o acasalamento (JAFFE et al., 2007).

A razão sexual de *N. elegantalis* não foi afetada pela temperatura variando de 0,4 a 0,5. Resultados semelhantes foram constatados por Fernández & Salas (1985); Salas (1992); Carneiro et al. (1998) e Jaffe et al. (2007). Segundo Stouthamer et al. (1993) a temperatura não é fator determinante do sexo, entretanto, ela pode provocar a alteração da razão sexual pela forma como ela é determinada em estudos biológicos de laboratório com o uso de temperaturas constantes. Na prática a proporção 1:1 entre machos e fêmeas mostra que havendo a captura de machos com armadilhas de feromônio sexual, uma população semelhante de fêmeas estará presente na cultura para iniciar a oviposição. Como a cópula é realizada de forma monogâmica (JAFFE et al., 2007) o monitoramento também é uma forma de estabelecer o controle devido ao aumento do número de fêmeas não fecundadas.

Tabela 1. Duração média (\pm EP) dos estágios imaturos (dias) e peso médio (\pm EP) de pupas (miligramas) de *Neoleucinodes elegantalis* criadas em temperaturas constantes, alimentadas na fase larval com tomate híbrido Paronset.

Temperatura	Tempo de desenvolvimento (dias)						Peso
	Ovo	(N)	Larva	Pré-Pupa	Pupa	Total	Pupa (mg)
15°C	15,5 \pm 0,11a	85	40,4 \pm 0,25a	9,1 \pm 0,08a	31,4 \pm 0,25a	96,3 \pm 0,51a	49 \pm 1,03a
20°C	7,3 \pm 0,06b	94	25,6 \pm 0,46b	4,0 \pm 0,06b	13,2 \pm 0,16b	50,1 \pm 0,46b	35 \pm 0,95b
25°C	5,3 \pm 0,07c	85	15,9 \pm 0,24c	3,0 \pm 0,02c	9,4 \pm 0,11c	33,6 \pm 0,28c	32 \pm 0,82c
27°C	4,9 \pm 0,08d	82	16,7 \pm 0,29c	2,6 \pm 0,06d	9,2 \pm 0,12c	33,3 \pm 0,31c	33 \pm 0,84bc
30°C	---	77	13,2 \pm 0,13d	2,1 \pm 0,03e	8,8 \pm 0,08c	---	33 \pm 0,63bc
Valor de p	<0,001		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
G.L.	4		4	4	4	4	4
F	5,443		1,258	2,703	61,02	3,619	5,585

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (Tukey a 5% de probabilidade)

Com base no limiar térmico inferior calculado para o ciclo evolutivo (8,8 °C) *N. elegantalis* requer 588,2 GD para completar o desenvolvimento em frutos de tomate (Figura 1). Conforme citado por Honěk (1996), o limiar térmico inferior de desenvolvimento diminui com o aumento da latitude, destacando que as espécies que vivem nos trópicos possuem temperatura base superiores (13,7 °C) àquelas que habitam regiões subtropicais (10,5 °C) e temperadas (7,9 °C). O valor da temperatura base de *N. elegantalis* encontrado neste estudo é inferior ao estimado por Honěk (1996), para diversas espécies de lepidópteras de regiões subtropicais, porém este mesmo autor afirma que as variações nas exigências térmicas e temperatura base são comuns em diferentes populações de insetos, devido à adaptação às condições climáticas locais. Não existem na literatura dados sobre esses parâmetros para outras populações de *N. elegantalis*, assim como para outras regiões climáticas além das que ocorrem na região subtropical da América do Sul.

Os estudos sobre as exigências térmicas de *N. elegantalis* contribuem para a implementação de programas de controle biológico, pois a recente inclusão dessa espécie como praga quarentenária na Europa, indica uma necessidade de métodos de gestão eficientes e sustentáveis. *N. elegantalis* é uma praga potencial nos países europeus, em função das principais plantas hospedeiras da espécie serem amplamente cultivadas nos países europeus

em estufas e a campo aberto, fato este que limita também a exportação de frutos da família solanacea provenientes da América do Sul (DÍAZ, 2010).

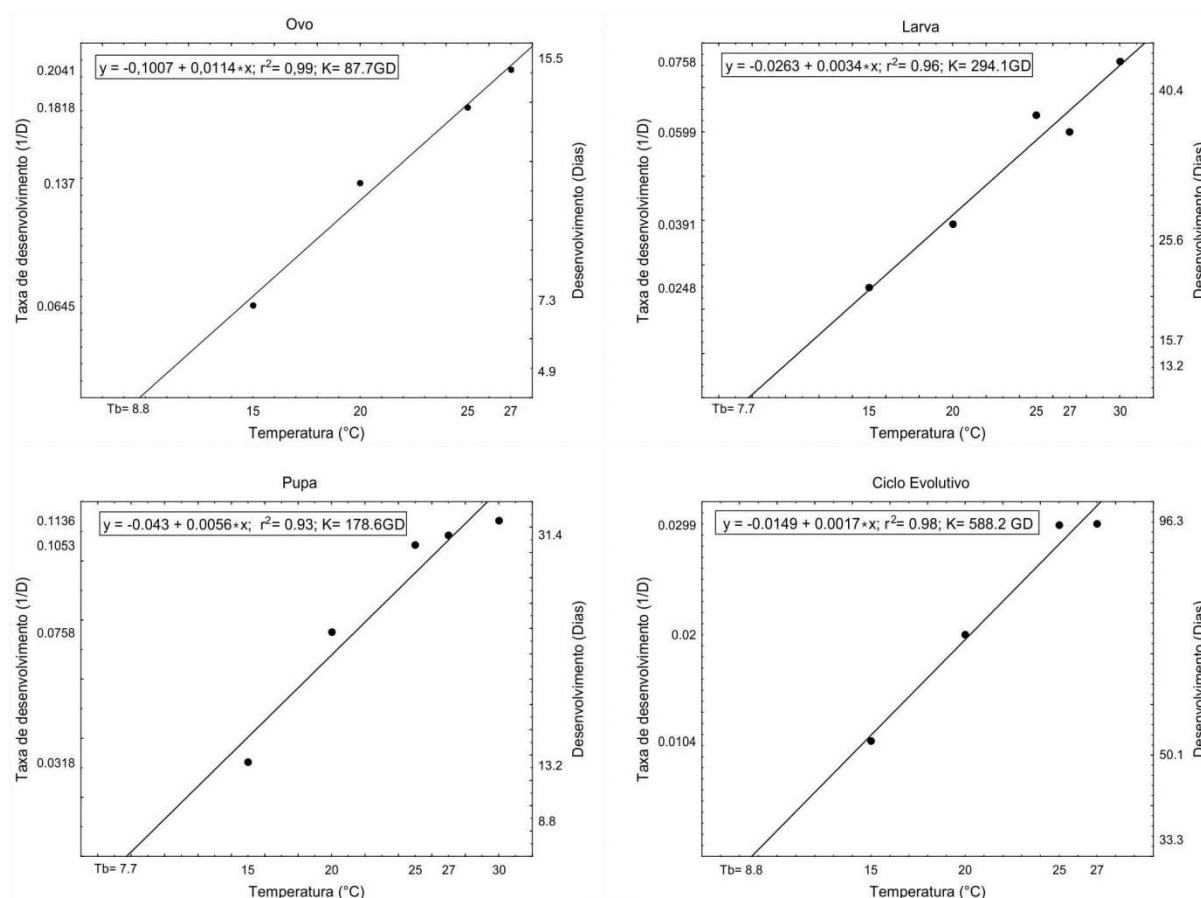


Fig 1. Equação linear do desenvolvimento de ovo, larva, pupa, ciclo evolutivo, temperatura base e constante térmica de *Neoleucinodes elegantalis*.

O número estimado de gerações de *N. elegantalis* nas regiões produtoras de tomate no norte e nordeste do país é cerca de duas vezes maior do que na região subtropical. À medida que aumenta a latitude, diminui o número de gerações da espécie (Tabela 2). Nestas regiões a infestação de *N. elegantalis* foi registrada no sudeste (IMENES et al., 1992; JORDÃO & NAKANO, 2000; MIRANDA et al., 2005; BOIÇA JUNIOR et al, 2007; LEBEDENCO et al, 2007; BENVENGA et al. 2010), nordeste (LYRA NETTO & LIMA, 1998; NUNES & LEAL, 2001) e centro-oeste (SANDRE JÚNIOR et al., 1992) do Brasil, onde o cultivo pode ser realizado durante todo o ano. Desta forma, o plantio escalonado de solanáceas, aliado as condições climáticas de temperatura e umidade relativa são favoráveis ao desenvolvimento e a reprodução de *N. elegantalis*.

O manejo de *N. elegantalis* na região sudeste realizado por Miranda et al. (2005) mostrou que a abundância foi alta em todos os tratamentos, sendo responsável por 64% de frutos danificados em aplicações no calendário, 70 % com o uso do MIP e 79% no tratamento controle. Em contrapartida, Picanço et al. (2007) verificaram que a aplicação do MIP em tomate reduziu o número de aplicações de inseticidas e aumentou a população de inimigos naturais, ressaltando que o sistema de aplicações baseadas no calendário para *N. elegantalis* reduziu a população de parasitoides de ovos da família Trichogrammatidae.

Para a região centro-oeste o ensaio realizado no ciclo de verão por Sandre Junior et al. (1992), o controle químico foi eficiente para *N. elegantalis* com aplicações semanais, a partir do surgimento dos primeiros frutos. Na região nordeste Nunes & Leal (2001) observaram que a maior ocorrência de *N. elegantalis* foi observada em época de chuva, e que a maior infestação desse inseto-praga é favorecida pelas condições climáticas nesse período. A temperatura pode influenciar positiva ou negativamente as populações de pragas, dependendo da faixa de variação térmica a que essas são submetidas (BOWLER & TERBLANCHE, 2008).

Tabela 2. Número estimado de gerações de *Neoleucinodes elegantalis* em diferentes regiões do Brasil ao longo do ano em função de parâmetros abióticos.

Cidade/Estado	Latitude	Temperatura		Graus-dia Acumulado	Nº de Gerações
		Mínima (°C)	Máxima (°C)		
Macapá (AP)	00°02'19"N	23,7±0,05	32,4±0,08	6402,1	10,9
Sobral (CE)	03°41'10"S	22,2±0,07	35,4±0,12	6299,3	10,7
Rio Verde (GO)	17°47'53"S	17,8±0,14	30,4±0,16	5119,8	8,7
Paty Alferes (RJ)	22°25'43"S	15,3±0,20	28,2±0,19	4281,1	7,3
Londrina (PR)	23°18'37"S	16,9±0,20	29,3±0,24	4726,5	8,0
Curitiba (PR)	25°25'47"S	14,2±0,19	24,2±0,25	3398,3	5,8

O período reprodutivo de *N. elegantalis* foi afetado pelas temperaturas extremas. Dos 20 casais separados aleatoriamente em cada temperatura, o número de fêmeas que ovipositaram foi inferior a 10 nas temperaturas de 15 °C e 30 °C (Tabela 3), evidenciando o impacto de ambas na oviposição. O período de pré-oviposição a 15 °C se estendeu a 9,8 dias diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. O período máximo de oviposição de *N.*

elegantalis prolongou-se por 5,8 dias a 20 °C, diferindo estatisticamente das demais temperaturas.

O número médio de ovos por fêmea foi significativamente diferente entre as temperaturas (Tabela 3), sendo obtidos os melhores desempenhos nas temperaturas de 20 °C e 25 °C. Não houve influência da temperatura na fertilidade dos ovos entre 15 e 27 °C, porém a 30 °C não houve eclosão das larvas. O número de ovos por fêmea e a fertilidade nas temperaturas de 15 a 27 °C superam os valores encontrados por Fernández & Salas (1985) que obtiveram 34,6 ovos por fêmea na temperatura de 27,5 °C e conforme relatado por Marcano (1991a) com ovos por fêmea variando de 52,3 a 60,0 ovos nas temperaturas de 20 °C e 30,2 °C, respectivamente. Tais diferenças, no entanto, podem estar relacionadas à metodologia experimental usada, condições de umidade, bem como à cultivar e ao estado de desenvolvimento dos frutos usados em cada estudo. Dos 20 casais mantidos a 30 °C, apenas três ovipositaram, com uma média de 3,7 ovos por fêmea, evidenciando a inadequabilidade dessa temperatura para a reprodução de *N. elegantalis*.

Tabela 3. Duração média (\pm EP) dos períodos de pré-oviposição e oviposição em dias, fecundidade em número de ovos por fêmea e percentual de fertilidade de ovos de *Neoleucinodes elegantalis* em temperaturas constantes.

Temperatura	Casal (N)	Pré-oviposição	Oviposição	Nº de ovos/fêmea	Fertilidade (%)
15 °C	9	9,8 \pm 1,80a	2,8 \pm 0,60b	29,0 \pm 7,61b	72,0 \pm 6,68a
20 °C	13	6,5 \pm 0,87b	5,8 \pm 0,84a	82,0 \pm 16,68a	67,6 \pm 10,83a
25 °C	14	3,0 \pm 0,54c	3,9 \pm 0,75ab	90,5 \pm 28,88a	68,8 \pm 4,74a
27 °C	12	3,8 \pm 0,43c	2,3 \pm 0,36b	48,4 \pm 10,59b	66,3 \pm 5,80a
30 °C	3	4,3 \pm 1,20c	1,3 \pm 0,33c	3,7 \pm 1,67c	0,0 \pm 0,00b
Valor de p	-	<0,001	0,003	0,009	0,003
G.L.	-	4	4	4	4
F	-	7,941	4,599	2,090	4,914

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (Tukey a 5% de probabilidade).

A longevidade média de fêmeas e machos de *N. elegantalis* foi proporcional à temperatura, diferindo estatisticamente entre as mesmas (Tabela 4). A 30 °C os adultos

sobreviveram pouco mais de uma semana, enquanto que a longevidade máxima foi obtida a 15 °C, onde os adultos sobreviveram em média 24,2 dias. Este valor supera os encontrados por Marcano (1991a, b) utilizando tomate e berinjela como alimento na fase larval, onde a longevidade dos adultos foi inferior a 11 dias nas temperaturas entre 14,7 °C e 30,2 °C. À 27 °C as fêmeas sobreviveram mais que os machos, com longevidade média de 11,4 dias, enquanto que Fernández & Salas (1985) observaram longevidade média dos adultos de 4,3 dias na temperatura de 27,5 °C.

Tabela 4. Médias (\pm EP) em dias para longevidade de fêmeas e de machos de *Neoleucinodes elegantalis* em temperaturas constantes.

Temperatura	N	Longevidade (dias)	
		Fêmea	Macho
15 °C	20	23,8 \pm 1,53a	24,6 \pm 1,46a
20 °C	20	17,1 \pm 1,01b	17,8 \pm 1,51b
25 °C	20	10,7 \pm 0,91c	10,0 \pm 0,78c
27 °C	20	11,4 \pm 0,98c	7,4 \pm 0,88c
30 °C	20	7,6 \pm 0,56c	6,9 \pm 0,52c
Valor de p	-	<0,001	<0,001
G.L.	-	4	4
F	-	37,34	48,37

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (Tukey a 5% de probabilidade).

Estes resultados auxiliam na tomada de decisão em programa de manejo integrado da praga nas diferentes regiões produtoras do país. Segundo Benvenga et al. (2010) ao primeiro indício de adultos de *N. elegantalis* detectados no campo com armadilhas de feromônio, na temperatura de 25 °C, por exemplo, o produtor teria 8 dias para realizar o controle, o que equivale ao intervalo entre o acasalamento (pré-oviposição de 3,0 dias) e a eclosão das larvas na superfície dos frutos, considerando que o período de incubação é de 5,3 dias. Estes resultados evidenciam que em regiões onde a temperatura ocorre acima de 20 °C o controle deve ser imediato ao se atingir os níveis de ação para ovos e adultos de *N. elegantalis*, devido ao rápido desenvolvimento da praga.

Assim como para *N. elegantalis*, a temperatura também é um fator que exerce grande influência no desenvolvimento do tomateiro (MARANCA, 1981) o qual apresenta ótima adaptação entre 15 e 24 °C, condições estas que favorecem a presença da praga o ano todo nas regiões tropicais do Brasil. Contudo, na mesorregião metropolitana de Curitiba o cultivo das solanáceas ocorre na primavera e no verão, em função da temperatura média nestes períodos ficar em torno de 20 °C (CAVIGLIONE et al., 2000). Porém, os frutos do joá grande (*Solanum ovigerum*), joá pequeno (*S. reflexus*), joá vermelho (*S. ciliatum*), joá doce (*S. sisymbriifolium*) e da jurubeba (*S. paniculatum*) são potenciais hospedeiros da praga (TOLEDO, 1948; ZUCCHI et al., 1993) podendo favorecer a ocorrência de *N. elegantalis* durante todo o ano na região, na ausência de cultivos de tomate.

As populações de *N. elegantalis* procedentes da região subtropical do Brasil completam o seu ciclo evolutivo na faixa de temperatura entre 15 e 27 °C, possibilitando a atividade reprodutiva, ao passo que a 30 °C não há eclosão de larvas. O limiar inferior de temperatura situa-se abaixo da temperatura média de inverno para o sul do Brasil (13 °C), indicando que a espécie pode permanecer em atividade durante todo o ano na presença de hospedeiros alternativos.

O estudo da influência da temperatura sobre parâmetros biológicos de *N. elegantalis* claramente demonstrou que as médias mais elevadas de temperatura proporcionam uma capacidade de aumento da população significativamente maior. As temperaturas amenas no outono e na primavera são fatores limitantes ao crescimento populacional de *N. elegantalis*, o que no sul do Brasil só irá ocorrer nas temperaturas acima de 20 °C durante o verão. Assim, os resultados demonstram que o período crítico para a ocorrência de danos de *N. elegantalis* em tomate nessa região foi restrito ao plantio de verão.

REFERÊNCIAS

- BENVENGA, S.R.; DE BORTOLI, A.S.; GRAVENA, S.; BARBOSA, J.C. Monitoramento da broca-pequena-do-fruto para tomada de decisão de controle em tomateiro estaqueado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 435-440, 2010.
- BLACKMER, J.L.; EIRAS, A.E.; SOUZA, C.L.M. de. Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, RJ, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 89-95, 2001.
- BOIÇA JUNIOR., L.A.; MACEDO, M.A.A.; TORRES, A.L.; ANGELINI, M.R. Late pest control in determinate tomato cultivars. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n. 6, p. 589-594, 2007.
- BOWLER, K.; TERBLANCHE, J.S. Insect thermal tolerance: what is the role of ontogeny, ageing and senescence? **Biological Reviews**, Cambridge, v. 83, p. 339-355, 2008.
- CAMPBELL, A.; FRAZER, B.D.; GILBERT, N.; GUTIERREZ, A.P.; MACKAUER, A.P. Temperature requirements of some aphids and their parasites. **Journal Applied Ecology**, Oxford, v. 11, p. 431-438, 1974.
- CARNEIRO, J.S.; HAJI, F.N.P.; SANTOS, F.A.M. **Bioecologia e controle da broca-pequena do tomateiro *Neoleucinodes elegantalis***. Teresina: Embrapa Meio-Norte, Circular, 26, 1998. 14 p.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso: 4 nov. 2013.
- DIAZ, A.E.M. **The fruit borer, *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), a pest of Neotropical solanaceous fruits**. Abstract of a paper presented at the Potential Invasive Pests Workshop (Miami - Coconut Grove, US, 2010). Disponível em: <http://conference.ifas.ufl.edu/TSTAR/Potential%20Invasive%20Pests%20Program%20Book.pdf>. Acesso: 31 jan. 2014.

DÍAZ, A.E.M.; BROCHERO, H.L. Parasitoids associated with the fruit borer of the solanaceous *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) in Colombia. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 38, p. 50-57, 2012.

EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae). Disponível em: http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/neoleucinodes_elegantalis.htm. Acesso: 28 mai. 2013.

ESPINOZA, H.R. **Barrenador del fruto de la berenjena, *Neoleucinodes elegantalis***. Departamento de Protección Vegetal, FHIA- La Lima, Hoja Técnica, Cortés, 2, 2008. 2 p.

FERNÁNDEZ, S.; SALAS, J. Estudios sobre la biología del perforador del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Pyraustidae). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 35, p. 77-82, 1985.

GRAVENA, S.; BENVENGA, S.R. **Manual práctico para manejo de pragas do tomate**. Jaboticabal: Gravena Ltda., 144 p., 2003.

HERMS, D.A. Using degree-days and plant phenology to predict pest activity, p. 59-59. In: Kriskich V, Davidson J (eds) **IPM of mid-west landscapes**. St Paul, University of Minnesota, 316p., 2004.

HONĚK, A. Geographical variation in thermal requirements for insect development. **European Journal Entomology**, Praha, n. 93, p. 303-312, 1996.

IMENES, S.D.L.; CAMPOS, T.B.; TAKEMATSU, A.P.; BERGMANN, E.C.; SILVA, M.A.D. Efeito do manejo integrado na população de pragas e inimigos naturais na produção de tomate estaqueado. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 59, n. 1/2, p. 1-7, 1992.

JAFFE, K.; MIRÁS, B.; CABRERA, A. Mate selection in the moth *Neoleucinodes elegantalis*: evidence for a supernormal chemical stimulus in sexual attraction. **Animal Behaviour**, London, n. 73, p. 727-734, 2007.

JORDÃO, A. L.; NAKANO, O. Ensacamento de frutos do tomateiro visando ao controle de pragas e à redução de defensivos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, p. 281-289, 2002.

LEBEDENCO, A.; AUAD, A.M.; KRONKA, S.N. Métodos de controle de lepidópteros do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 339-344, 2007.

LYRA NETTO, A.M.C.; LIMA, A.A.F. Infestação de cultivares de tomateiro por *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 221-223, 1998.

MARANCA, G. **Tomate: variedades, cultivo, pragas e doenças, comercialização**. São Paulo, Nobel, 158p., 1981.

MARCANO, R.V. Estudio de la biología y algunos aspectos del comportamiento del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae) em tomate. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 41, p. 257-263, 1991a.

MARCANO, R.V. Ciclo biológico del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae), usando berenjena (*Solanum melongena*) como alimento. **Boletín de Entomología Venezolana**, Maracay, v. 6, p. 135-141, 1991b.

MIRANDA, M.M.M.; PICANÇO, M.C.; ZANUNCIO, J.C.; BACCI, L.; SILVA, E.M. Impact of integrated pest management on the population of leafminers, fruit borers, and natural enemies in tomato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 204-208, 2005.

MUÑOZ, L.E.; SERRANO, A.P.; PULIDO, J.I.; DE LA CRUZ, J.L. Ciclo de vida y enemigos naturales de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) passador del fruto del lulo *Solanum quitoense* Lam. em el Valle del Cauca. **Acta Agronómica**, Palmira, v. 41, p. 99-104, 1991.

NUNES, M.U.C.; LEAL, M.L.S. Efeitos da aplicação de biofertilizante e outros produtos químicos e biológicos no controle da broca-pequena-do-fruto e na produção do tomateiro tutorado em duas épocas de cultivo e dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 53-59, 2001.

PAREDES, J.; PERALTA, E.L., GÓMEZ, P. Gusano perforador de los frutos de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam): identificación y biología. **Revista Tecnológica ESPOL – RTE**, v. 23, n. 1, 27-32, 2010.

PICANÇO, M.C.; BACCI, L.; CRESPO, A.L.B; MIRANDA, M.M.M.; MARTINS, J.C. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 9, p. 327-335, 2007.

RODRIGUES FILHO, I.L.; MARCHIOR, L.C.; SILVA, L.V. da. Estudo da viabilidade do ensacamento de pencas em tomateiro tutorado para o controle de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée., 1854) (Lepidoptera: Crambidae) em Paty do Alferes – RJ. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 1-2, p. 33-37, 2001.

SAGARRA, L.A.; VINCENT, C.; PETERS, N.F.; STEWART, R.K. Effect of host density, temperature, and photoperiod on the fitness of *Anagyrus kamali*, a parasitoid of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, United Kingdom, v. 96, p. 141-147, 2000.

SALAS, J.; ALVAREZ, C.; PARRA, A. Contribucion al conocimiento de la ecologia del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Pyraustidae). **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 41, n. 5-6, p. 275-283, 1991.

SALAS, J. Integrated pest-insects management program for tomato crops (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Lara State, Venezuela. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 301, p. 199-204, 1992.

SANDRE JÚNIOR, P.; SILVA, A.L.; ALCANTARA, V.E.D.; FARIAS, T.A. Ensaio para o controle químico da broca pequena *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae) do tomateiro. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, Goiás, v. 22, n. 1, p. 127-131, 1992.

STATSOFT INC. Statistica for Windows. Tulsa, Statsoft Inc, 2004.

STOUTHAMER, R.; BREEUWER, J.A.J.; LUCK, R.F.; WERREN, J.H. Molecular identification of microorganisms associated with parthenogenesis. **Nature**, London, v. 361, n. 7, p. 66-68, 1993.

TOLEDO, A.A. Contribuição para o estudo de *Leucinodes elegantalis*, praga do tomate. **O Biológico**, São Paulo, v. 14, n. 5, p. 103-108, 1948.

WOODSON, W.D.; EDELSON, J.V. Development rate as function of temperature a carrot weevil, *Listronotus texanus* (Coleoptera: Curculionidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 81, n. 2, p. 525-524, 1988.

ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 139 p., 1993.

CAPÍTULO IV– DESENVOLVIMENTO, REPRODUÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DE *Neoleucinodes elegantalis* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) EM SOLANÁCEAS CULTIVADAS E SILVESTRES

RESUMO

Neoleucinodes elegantalis (Lepidoptera: Crambidae) é praga da maioria das solanáceas de importância econômica, como tomate, berinjela, pimentão e jiló, mas apesar destes hospedeiros, os prejuízos, de modo geral, são mais expressivos na cultura do tomate. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência, o desenvolvimento e a reprodução de *N. elegantalis* em solanáceas cultivadas e silvestres. As solanáceas cultivadas foram: tomate (*Solanum lycopersicon* variedade Cereja coco), berinjela (*S. melongena* variedade cv. Nápoli) e o jiló (*S. gilo* cv. Morro Grande) e as silvestres: jurubeba (*S. paniculatum*) e *Solanum* sp. O tempo de desenvolvimento foi significativamente afetado pelos hospedeiros avaliados, sendo maior nas larvas alimentadas com berinjela. A sobrevivência dos estágios imaturos foi superior em larvas alimentadas em tomate e jiló, mas o ciclo biológico foi completado em todos os hospedeiros. A duração do período de oviposição e a fecundidade também foram influenciadas pelo hospedeiro e tenderam a ser menores quando as fêmeas foram alimentadas na fase larval com jiló e jurubeba. A taxa líquida de reprodução foi menor em indivíduos alimentados em jurubeba e a taxa intrínseca de crescimento foi maior em *Solanum* sp. Os resultados obtidos em jurubeba e *Solanum* sp. demonstram que essas plantas hospedeiras podem servir de refúgio para *N. elegantalis*, quando o cultivo das solanáceas cultivadas é afetado por práticas agrícolas ou durante o período de ausência do tomateiro no campo no outono e inverno.

PALAVRAS-CHAVE: Hospedeiros alternativos, biologia, comportamento.

DEVELOPMENT, REPRODUCTION AND SURVIVAL OF *Neoleucinodes elegantalis*
(LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE) IN CULTIVATED AND WILD SOLANACEOUS

ABSTRACT

Neoleucinodes elegantalis (Lepidoptera: Crambidae) is a pest of most economically important solanaceous plants, such as tomato, eggplant, pepper and scarlet eggplant, but despite this host range losses generally are more expressive on tomato. Therefore, the objective of this study was to evaluate the survival, development and reproduction of *N. elegantalis* in cultivated and wild solanaceous and the role of the latter as alternative hosts in the absence of tomato plants in the field. The Solanaceae used were tomato (*Solanum lycopersicum* variety Cereja Coco), eggplant (*S. melongena* variety cv. Napoli) and scarlet eggplant (*S. gilo* cv. Morro Grande) and jurubeba (*S. paniculatum*) and *Solanum* sp. The development time was significantly affected by the hosts evaluated, being higher in larvae fed with eggplant. The survival of immature stages was higher in larvae fed on tomato and eggplant, but the biological cycle was completed on all hosts. The duration of the oviposition period and fecundity were also influenced by the host and tended to be lower when females were fed in the larval stage with eggplant and jurubeba. The net reproductive rate was lower in insects fed jurubeba and the intrinsic rate of increase was higher in *Solanum* sp. The results obtained on *Solanum* sp. and jurubeba showed that these hosts can serve as a refuge for *N. elegantalis*, when the cultivated crop is affected by agricultural practices or when tomato plants are unavailable in the field during autumn and winter.

KEY-WORDS: Alternative hosts, biology, behavior.

INTRODUÇÃO

A broca-pequena-do-tomate, *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) é uma praga de ampla distribuição em países das Américas Central, do Norte e do Sul (EPPO, 2013). Infesta a maioria das solanáceas de importância econômica, como o tomate, a berinjela, o pimentão e o jiló (DÍAZ, 2009), mas apesar dessa gama de hospedeiros, os prejuízos, de modo geral, são mais expressivos na cultura do tomate (BENVENGA et al., 2010).

Na cultura do jiló, Picanço et al. (1997) relataram o broqueamento de frutos e a presença de todos os estágios de *N. elegantalis*. O ciclo biológico de *N. elegantalis* foi estudado em frutos de tomate e berinjela por Marcano (1991a, b) em condições controladas de temperatura e umidade relativa. Conforme relatado na literatura, também são potenciais hospedeiros da praga os frutos do joá grande (*Solanum ovigerum*), joá pequeno (*S. reflexus*), joá vermelho (*S. ciliatum*), joá doce (*S. sisymbriifolium*) e da jurubeba (*S. paniculatum*) (TOLEDO, 1948; ZUCCHI et al., 1993; EPPO, 2013).

Devido ao hábito oligófago da espécie por plantas da família Solanaceae (DÍAZ, 2009) algumas dessas plantas silvestres ou introduzidas são potenciais hospedeiras da praga no campo. Estas plantas podem ser utilizadas por *N. elegantalis* como refúgio, favorecendo as chances de sobrevivência da praga em campo quando espécies cultivadas não estão disponíveis na entressafra, ou quando são realizadas práticas agrícolas durante o cultivo, como a aplicação de inseticidas.

Para a comparação de hospedeiros, normalmente, é utilizada a tabela de vida de fertilidade (GUTIERREZ, 1996). Os parâmetros estimados na construção de uma tabela de vida fornecem uma descrição detalhada da sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de uma população, que são fatores fundamentais para a ecologia de populações tanto teórica como também aplicada (CHI & YANG, 2003).

Essa observação leva a considerar que o desempenho de *N. elegantalis* nestas outras plantas seja diferenciado daquele verificado no tomate, fato que aponta para a importância de se avaliar o potencial hospedeiro das diversas solanáceas presentes em áreas produtoras de tomate. Tal conhecimento pode favorecer a adoção de táticas de controle viabilizando a

produção de tomate de maneira sustentável. Neste sentido, este trabalho tem por objetivo avaliar o potencial hospedeiro de solanáceas cultivadas e silvestres através da sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de *N. elegantalis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Criação de *N. elegantalis* em laboratório

A criação foi iniciada no Laboratório de Controle Integrado de Insetos da Universidade Federal do Paraná, a partir de insetos coletados em frutos de tomate, no ciclo de verão de 2010, provenientes de cultivos comerciais, localizados no município de Almirante Tamandaré (25°19'29"S; 49°18'36"W; 950 m de altitude), região metropolitana de Curitiba, sul do Brasil. Periodicamente coletas de frutos infestados com larvas foram realizadas para inclusão de novos indivíduos e renovação genética da colônia. Estes frutos foram acondicionados em potes de polipropileno forrados com papel absorvente, mantidos em câmara climatizada BOD, na temperatura de $20\pm1^{\circ}\text{C}$, $60\pm10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12:12. Após completarem o período larval, as larvas abandonaram os frutos e empuparam no papel absorvente. As pupas foram separadas em grupos de 15 em recipientes de polipropileno com capacidade de 250 ml.

Após a emergência, os adultos foram mantidos em gaiola telada de 40x40x60 cm. A alimentação foi constituída por uma solução de mel a 10%, fornecida em tampas plásticas de 5 cm de diâmetro x 1 cm de altura, preenchidas com algodão hidrófilo e colocadas no interior da gaiola. Como estímulo para oviposição foi oferecido um fruto de tomate verde, com diâmetro de 20 a 30 mm, colocado sobre um disco de papel absorvente. O alimento foi trocado diariamente, bem como os ovos coletados e acondicionados em recipiente de polipropileno de 15x5 cm, forrado com papel absorvente.

Cultivo das solanáceas comercializadas e silvestres

Os hospedeiros utilizados foram cultivados em casa de vegetação, sendo o tomate cultivar Cereja Coco, a berinjela cv. Nápoli e o jiló cv. Morro Grande (Figura 1A, B e C), com mudas adquiridas no viveiro comercial Mudas Tamandaré localizado no Município de Almirante Tamandaré. Para cada tratamento foram preparados 10 vasos de cinco litros com

substrato (Garden Plus), as mudas foram irrigadas manualmente e a adubação de plantio e de cobertura (aos 30 e 60 dias) foi realizada com esterco de aves curtido. Os frutos das solanáceas jurubeba e *Solanum* sp. (Figura 1D e E) foram coletados no campo, sendo 45 e 50 frutos de cada espécie, respectivamente.

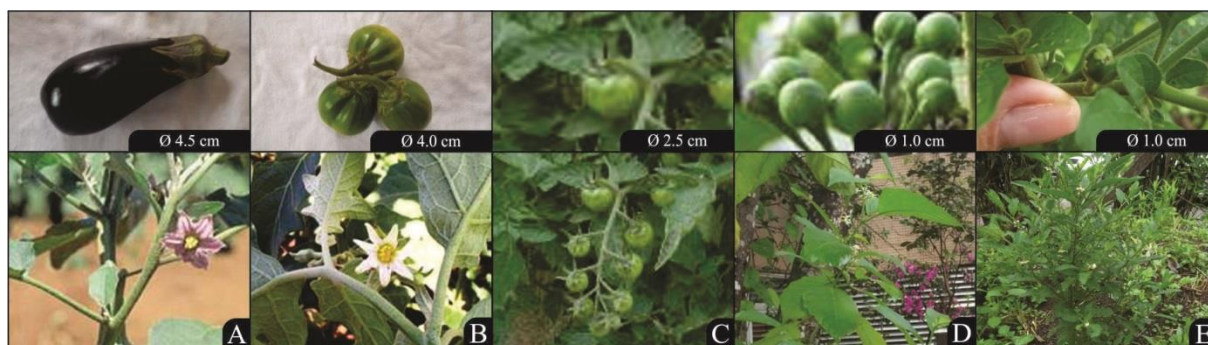


Fig. 1. Frutos das solanáceas cultivadas: berinjela cultivar Nápoli (A), Jiló cv. Morro Grande (B), tomate cv. Cereja Coco (C) e silvestres: jurubeba (D) e *Solanum* sp. (E) utilizados como hospedeiros na sobrevivência, desenvolvimento e reprodução de *Neoleucinodes elegantalis*.

Desempenho das fases imaturas de *N. elegantalis* em diferentes hospedeiros

Ao iniciar o período de frutificação, foram utilizados 80 frutos verdes de tomate da cultivar Cereja Coco, 20 frutos de berinjela cv. Nápoli e de jiló cv. Morro Grande, 45 frutos de jurubeba e 50 frutos de *Solanum* sp. Os frutos foram imersos em água + 1% de hipoclorito de sódio por cinco minutos e enxaguados a fim de evitar a presença de microrganismos. Em seguida os frutos foram colocados individualmente sobre um disco de papel toalha; o tomate, a berinjela e o jiló foram acondicionados em potes de polipropileno com capacidade de 250 ml e os frutos de jurubeba e *Solanum* sp. em recipientes de acrílico com capacidade de 15 ml. Os frutos foram inoculados com larvas recém-eclodidas de *N. elegantalis*, para os frutos pequenos de até 3 cm de diâmetro (tomate, jurubeba e *Solanum* sp.) utilizou-se uma larva por fruto e para os maiores com diâmetro acima de 4 cm (berinjela e jiló) quatro larvas por fruto. Estes foram mantidos em câmara climatizada a 20 ± 1 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12: 12 horas.

As larvas foram mantidas nessas condições até completarem o período larval dentro dos frutos. As pré-pupas foram acondicionadas em potes de polietileno de 7 x 4 cm forrados com papel absorvente no fundo até empuparem. As pupas foram pesadas e analisadas quanto à presença de deformações. A sexagem foi realizada após a emergência dos adultos, conforme

descrições de Muñoz et al. (1991) e Carneiro et al. (1998). A razão sexual foi calculada pela fórmula: $RS = \frac{\text{número de fêmeas}}{\text{número de machos} + \text{número de fêmeas}}$. O desenvolvimento de *N. elegantalis* nos hospedeiros foi avaliado por meio da duração das fases imaturas e pelo peso das pupas.

Reprodução e longevidade de *N. elegantalis* em diferentes hospedeiros

Para avaliação da influência do hospedeiro consumido na fase larval sobre os adultos, foram utilizados 20 casais por tratamento, formados de acordo com a data de emergência e individualizados em gaiola plástica de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, com uma tampa vazada e outra com abertura na parte superior e forrada com um disco de papel sulfite para permitir a passagem do ar. Como estímulo para oviposição foram utilizadas folhas de cada hospedeiro na abertura superior. Nessa fase a alimentação constituiu-se de mel diluído em água a 10% depositado em recipientes plásticos com algodão. A troca do alimento e a coleta de ovos foram realizadas diariamente. Os ovos foram individualizados conforme a fêmea e o dia de oviposição em recipientes plásticos forrados com papel toalha e observados até a eclosão das larvas. A data de eclosão foi anotada e as larvas eclodidas contadas e depois introduzidas na criação.

O efeito dos hospedeiros sobre o estágio adulto de *N. elegantalis* foi avaliado através da longevidade, duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição, fecundidade e fertilidade a qual foi calculada pela fórmula: $(\text{fertilidade} * 100) / \text{fecundidade}$.

Tabela de vida de fertilidade

Foram construídas tabelas de vida de fertilidade para mensurar o desempenho de *N. elegantalis* alimentada com os diferentes hospedeiros avaliados. Os parâmetros reprodutivos calculados foram: a taxa líquida de reprodução (R_0), a taxa intrínseca de crescimento (r_m), a razão finita de aumento (λ) e a duração de uma geração (T) (ANDREWARTHA & BIRCH, 1954). A razão sexual (n.º de fêmeas/ n.º de machos + n.º de fêmeas) utilizada na construção da tabela de vida de fertilidade foi a verificada para cada hospedeiro no presente estudo: tomate (0,50); berinjela (0,40); jiló (0,60); jurubeba (0,64) e *Solanum* sp. (0,52).

Análise estatística

A influência dos diferentes hospedeiros sobre a biologia e reprodução de *N. elegantalis* foi avaliada com Anova. Utilizou-se o teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação entre os hospedeiros quando diferenças significativas foram detectadas. Quando necessário, os dados foram transformados para $\log(x+1)$ para cumprir as premissas de normalidade e homogeneidade das variâncias da Anova. A taxa de sobrevivência do ciclo ovo-adulto foi comparada com o teste qui-quadrado ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas com o software Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de desenvolvimento dos estágios de ovo ($F_{(4, 220)} = 268,47$; $p < 0,001$), larva ($F_{(4,220)} = 88,48$; $p < 0,001$), pré-pupa ($F_{(4,220)} = 38,86$; $p < 0,001$), peso de pupa ($F_{(4,220)} = 31,10$; $p < 0,001$), pupa ($F_{(4,220)} = 45,42$; $p < 0,001$) e do ciclo ovo-adulto ($F_{(4,220)} = 82,96$; $p < 0,001$) foi influenciado significativamente pela planta hospedeira (Tabela 1). Após 24 horas, os orifícios de entrada foram verificados em todos os hospedeiros, não havendo mortalidade das neonatas no exterior do fruto, indicando que a característica superficial da epiderme de cada hospedeiro não interferiu na penetração das neonatas. As larvas alimentadas com berinjela apresentaram maior duração do ciclo ovo-adulto. O período de incubação variou de 5,8 dias em tomate a 7,1 dias em jiló e *Solanum* sp. Quando *N. elegantalis* foi alimentada com jiló, jurubeba e *Solanum* sp. a duração do estágio de ovo foi significativamente superior à berinjela, que por sua vez diferiu de tomate.

O período larval de *N. elegantalis* quando alimentada com berinjela foi superior aos demais hospedeiros. O tempo médio de desenvolvimento do estágio larval variou de 25,1 dias em jiló e 37,3 dias em berinjela. Este prolongamento da fase larval de *N. elegantalis* em frutos de berinjela também foi constatado por Marcano (1991b) que registrou 31,4 dias nesta mesma temperatura e umidade relativa de 93%. Porém, a metodologia utilizada por Marcano (1991b) utilizou pedaços de berinjela para a alimentação das larvas, os quais eram trocados quando necessário.

A duração do estágio de pré-pupa em jurubeba e *Solanum* sp. diferiu estatisticamente dos hospedeiros cultivados. O peso das pupas em jiló (50 mg) foi superior a berinjela (45 mg) diferindo estatisticamente, sendo esta diferente de tomate, jurubeba e *Solanum* sp. A duração

do estágio pupal foi de 15,5 dias nas larvas criadas em tomate, valor significativamente superior aos registrados nos demais hospedeiros. As variações no tempo de desenvolvimento dos estágios imaturos de acordo com a planta hospedeira resultaram em diferenças na duração do ciclo ovo-adulto. O tempo de desenvolvimento foi significativamente maior quando as larvas foram alimentadas com berinjela em comparação com os demais hospedeiros avaliados. A duração do ciclo ovo-adulto variou de 57,9 dias em berinjela a 45,5 dias em *Solanum* sp. (Tabela 1).

As plantas hospedeiras avaliadas também exerceram influência sobre a porcentagem de indivíduos que atingiram a fase adulta. A taxa de sobrevivência em jurubeba (40,0%) foi significativamente inferior ao registrado em larvas alimentadas com berinjela e *Solanum* sp. (49,0%), que por sua vez foram inferiores a tomate (69,0%) e jiló (71,0%) (Tabela 1).

Tabela 1. Duração média (\pm EP) dos estágios imaturos em dias, peso das pupas (\pm EP) em miligramas e porcentagem de sobrevivência de *Neoleucinodes elegantalis* alimentada em diferentes hospedeiros na fase larval; temperatura de $20\pm 1^\circ\text{C}$; umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.

Hospedeiro	Ovo ¹ (dias)	Larva ¹ (dias)	Pupa ¹ (dias)	Peso Pupa ¹ (mg)	Ovo- adulto ¹	Sobrevivência Imaturos (%) ²
Tomate	5,8 \pm 0,03c	26,7 \pm 0,45bc	15,5 \pm 0,15a	34 \pm 0,89c	48,2 \pm 0,48b	69,0a
Berinjela	6,7 \pm 0,03b	37,3 \pm 0,45a	13,6 \pm 0,19c	45 \pm 1,17b	57,9 \pm 0,43a	49,0b
Jiló	7,1 \pm 0,02a	25,1 \pm 0,34c	14,4 \pm 0,14b	50 \pm 1,24a	46,4 \pm 0,37c	71,0a
Jurubeba	7,0 \pm 0,09a	28,0 \pm 1,07b	14,3 \pm 0,35bc	34 \pm 1,55c	49,4 \pm 1,13b	40,0c
<i>Solanum</i> sp.	7,1 \pm 0,06a	26,6 \pm 0,76bc	11,8 \pm 0,26d	39 \pm 2,23c	45,5 \pm 0,68c	49,0b

¹ Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente segundo o teste de Tukey ($p > 0,05$); ² Porcentagens seguidas da mesma letra não diferem entre si segundo o teste qui-quadrado ($p > 0,05$).

O número de casais formados em cada hospedeiro variou conforme a sobrevivência obtida em cada tratamento e o número de fêmeas que ovipositaram (Tabela 2). Devido à baixa sobrevivência dos exemplares criados em jurubeba, apenas seis casais puderam ser formados nesse tratamento. O período de pré-oviposição ($F_{(4,201)} = 8,05$; $p < 0,001$), oviposição ($F_{(4,201)} = 17,38$; $p < 0,001$) e o número de ovos por fêmea ($F_{(4,56)} = 2,73$; $p < 0,037$) foram significativamente influenciados pela planta hospedeira (Tabela 2). Quando as larvas foram

alimentadas com jiló o período de pré-oviposição foi de 8,2 dias, significativamente superior aos demais hospedeiros. O menor período de oviposição foi registrado em jiló (2,0 dias) e o maior em *Solanum* sp. (6,3 dias). O maior número médio de ovos por fêmea ocorreu em berinjela (148,6 ovos/fêmea) enquanto que o menor foi registrado em jurubeba (39,8 ovos/fêmea). O número de ovos por fêmea alimentadas com jurubeba durante o estágio larval foi significativamente inferior à berinjela. Apesar disso, a fertilidade não foi influenciada significativamente pelos hospedeiros avaliados ($F_{(4,56)} = 1,34$; $p = 0,265$) (Tabela 2).

Tabela 2. Duração média (\pm EP) dos períodos de pré-oviposição e oviposição em dias, número de ovos por fêmea e fertilidade de *Neoleucinodes elegantalis* alimentada em diferentes hospedeiros na fase larval, temperatura de 20 ± 1 °C; umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.

Hospedeiros	Casal (N)**	Pré- oviposição	Oviposição	N.º ovos/fêmea	Fertilidade (%) ^{NS}
Tomate	20 (15)	5,5 \pm 0,28b	5,4 \pm 0,31ab	70,9 \pm 18,5b	79,7 \pm 6,79
Berinjela	17 (14)	5,2 \pm 0,17b	5,1 \pm 0,29ab	148,6 \pm 41,8a	87,0 \pm 2,32
Jiló	20 (16)	8,2 \pm 0,89a	2,0 \pm 0,16c	45,6 \pm 11,1c	80,7 \pm 3,32
Jurubeba	6 (6)	5,9 \pm 0,59b	3,8 \pm 0,40bc	39,8 \pm 23,5c	71,9 \pm 6,38
<i>Solanum</i> sp.	13 (10)	5,4 \pm 0,26b	6,3 \pm 0,42a	80,7 \pm 24,6b	60,9 \pm 9,11

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade; **Números de casais formados e (N) correspondente ao número de fêmeas que ovipositaram.

O hospedeiro não exerceu influência significativa na longevidade de fêmeas ($F_{(4,71)} = 0,80$; $p = 0,528$) e machos ($F_{(4,71)} = 0,34$; $p = 0,844$) de *N. elegantalis* (Tabela 3). A longevidade de machos e fêmeas de *N. elegantalis* foi superior a 13 dias para todos os hospedeiros, e são duas vezes maiores do que a longevidade registrada por Marcano (1991a, b) para a espécie mantida à mesma temperatura e criadas durante a fase larval em frutos de tomate e berinjela.

Tabela 3. Duração média (\pm EP) em dias para longevidade de fêmeas e machos de *Neoleucinodes elegantalis* criadas na fase larval em diferentes hospedeiros, temperatura de $20\pm 1^\circ\text{C}$; umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.

Hospedeiro	Casal (N)	Longevidade (dias) ^{NS}	
		Fêmea	Macho
Tomate	20	16,9 \pm 0,77	14,2 \pm 1,05
Berinjela	20	16,2 \pm 1,17	13,8 \pm 1,08
Jiló	17	14,5 \pm 1,85	13,2 \pm 1,46
Jurubeba	13	15,5 \pm 2,43	15,7 \pm 2,04
<i>Solanum</i> sp.	6	13,8 \pm 1,42	13,2 \pm 1,16

*Valores NS- não significativos de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade

A maior taxa líquida de reprodução (R_o) foi registrada em berinjela e a menor em jurubeba (Tabela 4). A duração de uma geração foi influenciada pelo hospedeiro, variando de 44,4 dias em jiló a 57,6 dias em berinjela. A taxa intrínseca de crescimento (r_m) é o principal parâmetro obtido na tabela de vida de fertilidade (PEDIGO & ZEISS, 1996) e, segundo Andrewartha & Birch (1954), quanto maior o valor de r_m mais bem sucedida será a espécie, em um determinado ambiente. Desta forma, para *N. elegantalis*, o hospedeiro alternativo *Solanum* sp. (0,059) foi o mais indicado para um incremento populacional, enquanto que o menos indicado foi jurubeba (0,046), e para os hospedeiros cultivados tomate, berinjela e jiló, se manteve estável (0,055). A razão finita de aumento (λ), responsável pela indicação do número de fêmeas que são adicionadas à população por cada fêmea, não apresentou diferença entre os hospedeiros (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros estimados da tabela de vida de fertilidade de *Neoleucinodes elegantalis* alimentada em diferentes hospedeiros; temperatura de 20 ± 1 °C; umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12:12 horas.

Hospedeiro	Taxa líquida de reprodução (R_o)	Tempo de uma geração (T)	Taxa intrínseca de crescimento (r_m)	Razão finita de aumento (λ)
Tomate	17,22	52,7	0,054	1,06
Berinjela	22,43	57,6	0,054	1,06
Jiló	11,44	44,4	0,055	1,06
Jurubeba	10,20	50,5	0,046	1,05
<i>Solanum</i> sp.	14,62	45,4	0,059	1,06

Os parâmetros obtidos da tabela de vida de fertilidade variaram de acordo com a espécie hospedeira utilizada, e estes resultados são úteis para indicar o hospedeiro cultivado e alternativo mais apropriado para o desenvolvimento e reprodução de *N. elegantalis*. O prolongamento no tempo de desenvolvimento e a redução na fecundidade podem ser um indicativo de que a dieta não supre as necessidades nutricionais do inseto (AWMACK & LEATHER, 2002). De acordo com esses parâmetros, o hospedeiro silvestre menos adequado para *N. elegantalis* é a jurubeba, enquanto que o hospedeiro cultivado menos indicado é o jiló.

A biologia de *N. elegantalis* em hospedeiros silvestres mostraram que tanto a jurubeba como o *Solanum* sp. são capazes de sustentar populações de *N. elegantalis*, uma vez que o ciclo de ovo a adulto foi completado nesses hospedeiros. Os estudos de alguns autores que avaliaram a biologia dessa espécie em hospedeiro cultivado demonstram um tempo de desenvolvimento, taxa de sobrevivência e fecundidade semelhante ao registrado no presente estudo (FERNÁNDEZ & SALAS, 1985; MARCANO, 1991a; MARCANO, 1991b; MUNOZ et al., 1991).

Na prática o tomate é o hospedeiro cultivado mais atacado por *N. elegantalis* (SANDRE JÚNIOR et al., 1992; IMENES et al., 1992; LYRA NETTO & LIMA, 1998; JORDÃO & NAKANO, 2002; NUNES & LEAL, 2001; MIRANDA et al., 2005; BOIÇA JUNIOR et al, 2007; LEBEDENCO et al, 2007; BENVENGA et al. 2010). A ocorrência das floradas sucessivas do tomateiro é uma característica fisiológica que favorece o escalonamento da produção e a disponibilidade prolongada de frutos para as larvas. As perdas

de rendimento em tomate são estimadas entre 79% (MIRANDA et al., 2005) e 90% (CARNEIRO et al., 1998), evidenciando a boa adaptação de *N. elegantalis* nesse hospedeiro. No cultivo de jiló, larvas de *N. elegantalis* foram encontradas broqueando frutos, deixando-os completamente ocos, causando dano econômico diretamente na produção (PICANÇO et al., 1997).

Em países de clima temperado, hospedeiros silvestres são importantes para a manutenção de populações de *N. elegantalis* durante o período em que o cultivo não está disponível (BENVENGA, 2009). Em regiões tropicais as solanáceas são cultivadas ao longo de todo o ano e frequentemente as áreas são infestadas ou circundadas por espécies silvestres. O fato do ciclo biológico de *N. elegantalis* ser completado em todos os hospedeiros avaliados é uma evidência de que *Solanum* sp. e jurubeba podem apresentar um importante papel na dinâmica populacional da praga em campos de cultivo, principalmente quando ocorrem em áreas próximas à cultura. Nesse contexto, solanáceas silvestres podem fornecer refúgio para a praga durante a realização de medidas fitossanitárias comuns em agroecossistemas, os quais afetam a densidade de *N. elegantalis*, como a aplicação de inseticidas.

Para o desenvolvimento de técnicas de manejo, a importância das solanáceas silvestres também deve ser considerada sob o ponto de vista dos inimigos naturais. É reconhecido que microhabitats que servem de refúgio são importantes na manutenção de inimigos naturais, pois oferecem condições bióticas e abióticas adequadas para a passagem do inverno, sítio para reprodução e abrigo contra aplicação de inseticidas (HOLLAND et al., 2000). Plaza et al. (1992) argumentam que, devido ao curto período de deslocamento das larvas na superfície dos frutos, o controle biológico natural é de baixa eficiência e não superior a 2% de mortalidade da praga externamente ao fruto. Outros autores, entretanto, defendem sua conservação (BERTI & MARCANO, 1991; SOUZA, 2001; PICANÇO et al., 2007).

A presença do parasitoide de ovos *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi registrada em tomate por Díaz & Brochero (2012) em cultivos agroecológicos. No final do ciclo do tomate, Blackmer et al. (2001) verificaram que quando o número de plantas contendo ovos de *N. elegantalis* estava aumentando e as aplicações de pesticidas estavam diminuindo, *T. pretiosum* foi coletado, com aumento na taxa de parasitismo de 2,4 para 28,7%. Gravena & Benvenga (2003) recomendaram adotar estratégias de seletividade ecológica e uso de inseticidas com seletividade fisiológica para complementar o controle biológico exercido por *T. pretiosum* em cultivos com orientação de manejo.

Medidas de manejo que visem à manipulação de solanáceas silvestres devem considerar os benefícios para a densidade da praga e inimigos naturais e os riscos associados à manutenção desses hospedeiros em áreas adjacentes. Nesse contexto, mais estudos sobre o uso de solanáceas silvestres por inimigos naturais e sua influência sobre taxas de parasitismo são necessários para a elaboração de programas de manejo de *N. elegantalis*.

REFERÊNCIAS

- ANDREWARTHA, H.G.; BIRCH, L.C. The innate capacity for increase in numbers, p. 31–54. In: H. G. Andrewartha & L. C. Birch (eds.). **The distribution and abundance of animals**. Chicago, University of Chicago Press, 793 p., 1954.
- AWMACK, C.S.; LEATHER, S.R. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, London, v. 47, p. 817-844, 2002.
- BENVENGA, S.R.; DE BORTOLI, A.S.; GRAVENA, S.; BARBOSA, J.C. Monitoramento da broca-pequena-do-fruto para tomada de decisão de controle em tomateiro estaqueado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 435-440, 2010.
- BENVENGA, S.R. *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) em tomateiro estaqueado: dinâmica populacional, nível de controle com feromônio sexual e eficiência de agrotóxicos. 2009. 144 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. 2009.
- BERTI, J.; MARCANO, R. Preferência de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por huevos de diferentes edades de varios hospederos. **Boletín de Entomologia Venezolana**, Maracay, v. 6, n. 2, p. 77-81, 1991.
- BLACKMER, J.L.; EIRAS, A.E.; SOUZA, C.L.M. de. Oviposition preference of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) and rates of parasitism by *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Lycopersicon esculentum* in São José de Ubá, RJ, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 89-95, 2001.
- BOIÇA JÚNIOR, L.A.; LEAL A.; MACEDO, M.A.A.; TORRES, A.L.; ANGELINI, M.R. Late pest control in determinate tomato cultivars. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n. 6, p. 589-594, 2007.
- CARNEIRO, J.S.; HAJI, F.N.P.; SANTOS, F.A.M. **Bioecologia e controle da broca-pequena-do-tomateiro *Neoleucinodes elegantalis***. Teresina: Embrapa Meio-Norte, Circular, 26, 1998. 14 p.

CHI, H.; YANG, T.C. Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, Boston, v. 32, p. 327-333, 2003.

DÍAZ, A.E.M.; BROCHERO, H.L. Parasitoids associated with the fruit borer of the solanaceous *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) in Colombia. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 38, p. 50-57, 2012.

DÍAZ, A.E. **Caracterización morfológica de poblaciones del perforador del fruto *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae) asociadas a especies solanáceas cultivadas y silvestres en Colombia**. 2009. 206 p. Disertación (Master) Universidad Nacional de Colombia, 2009.

EPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organization. *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae). Disponível em: http://www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/insects/neoleucinodes_elegantalis.htm. Acesso: 28 mai. 2013.

FERNÁNDEZ, S.; SALAS, J. Estudios sobre la biología del perforador del tomate *Neoleucinodes elegantalis* Guenée (Lepidoptera: Pyraustidae). **Agroquímica Tropical**, Maracay, v. 35, p. 77-82, 1985.

GRAVENA, S.; BENVENGA, S.R. **Manual práctico para manejo de plagas do tomate**. Jaboticabal: Gravena Ltda., 144p., 2003.

GUTIERREZ, A.P. **Applied population ecology: a supply demand approach**. New York: John Wiley, 300p., 1996.

HOLLAND, J.M.; WINDER, L.; PERRY, J.N. The impact of dimethoate on the spatial distribution of beneficial arthropods in winter wheat. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 136, p. 93-105, 2000.

IMENES, S.D.L.; CAMPOS, T.B.; TAKEMATSU, A.P.; BERGMANN, E.C.; SILVA, M.A.D. Efeito do manejo integrado na população de pragas e inimigos naturais na produção de tomate estaqueado. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 59, n. 1/2, p. 1-7, 1992.

JORDÃO, A. L.; NAKANO, O. Ensacamento de frutos do tomateiro visando ao controle de pragas e à redução de defensivos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, p. 281-289, 2002.

LEBEDENCO, A.; AUAD, A.M.; KRONKA, S.N. Métodos de controle de lepidópteros do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 339-344, 2007.

LYRA NETTO, A.M.C.; LIMA, A.A.F. Infestação de cultivares de tomateiro por *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, 1998.

MARCANO, R.V. Estudio de la biología y algunos aspectos del comportamiento del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Pyralidae) em tomate. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 41, p. 257-263, 1991a.

MARCANO, R.V. Ciclo biológico del perforador del fruto del tomate *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae), usando berenjena (*Solanum melongena*) como alimento. **Boletín de Entomología Venezolana**, Maracay, v. 6, p. 135-141, 1991b.

MIRANDA, M.M.M.; PICANÇO, M.C.; ZANUNCIO, J.C.; BACCI, L.; SILVA, E.M. Impact of integrated pest management on the population of leaf miners, fruit borers, and natural enemies in tomato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 204-208, 2005.

MUÑOZ, L.E.; SERRANO, A.P.; PULIDO, J.I.; DE LA CRUZ, J.L. Ciclo de vida y enemigos naturales de *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Pyralidae) passador del fruto del lulo *Solanum quitoense* Lam. Em el Valle del Cauca. **Acta Agronómica**, Palmira, v. 41, p. 99-104, 1991.

NUNES, M.U.C.; LEAL, M.L.S. Efeitos da aplicação de biofertilizante e outros produtos químicos e biológicos no controle da broca-pequena-do-fruto e na produção do tomateiro tutorado em duas épocas de cultivo e dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 53-59, 2001.

PICANÇO, M.C.; BACCI, L.; CRESPO, A.L.B; MIRANDA, M.M.M.; MARTINS, J.C. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, Oxford, v. 9, p. 327-335, 2007.

PICANÇO, M.C.; CASALI, V.W.D.; LEITE, G.L.D.; OLIVEIRA, I.R. de. Lepidópteros associados ao jiloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 112-114, 1997.

PEDIGO, L.P.; ZEISS, M.R. Developing a degree-day model for predicting insect development, p. 67–74. In: L. P. Pedigo & M. R. Zeiss (eds.). **Analyses in insect ecology and management**. Ame: Iowa State University Press, 168 p., 1996.

PLAZA, A.S.; LEON, E.M.; FONSECA, J.P.; DE LA CRUZ, J. Biology, behaviour and natural enemies of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée). **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 18, n. 1, p. 32-37, 1992.

SANDRE JÚNIOR, P.; SILVA, A.L.; ALCANTARA, V.E.D.; FARIAS, T.A. Ensaio para o controle químico da broca pequena *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE, 1854) (Lepidoptera: Pyralidae) do tomateiro. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, Goiás, v. 22, n. 1, p. 127-131, 1992.

SOUZA, C.L.M. **Influência de aleloquímicos na interação tritrófica entre *Lycopersicon* spp. Miller (Solanales: Solanaceae), *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae), Campos dos Goitacazes**. 2001. 124p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2001.

STATSOFT. Inc. Statistica for Windows: Statsoft Inc., Tulsa, OK, 2004.

TOLEDO, A.A. Contribuição para o estudo de *Leucinodes elegantalis*, praga do tomate. **O Biológico**, São Paulo, v.14, n. 5, p. 103-108, 1948.

ZUCCHI, R.A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 139 p., 1993.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste trabalho fornecem informações importantes sobre a ecologia e os fatores que influenciam a abundância da broca-pequena-do-tomate. O estudo demonstrou que nas regiões de São José dos Pinhais-Pr e de Almirante Tamandaré-Pr o período de ocorrência da praga em campo se restringe ao cultivo iniciado no verão se estendendo até o outono. O padrão de ocorrência registrado difere de outras regiões do Brasil com características climáticas bastante distintas, como o nordeste, sudeste e centro-oeste.

O estudo da influência da temperatura sobre parâmetros demográficos de *N. elegantalis* claramente demonstrou que as médias mais elevadas de temperatura proporcionam uma capacidade de aumento da população significativamente maior. Este fato ajuda a explicar a maior abundância de *N. elegantalis* em municípios como o de Goiânia, que apresenta uma temperatura média maior que a registrada para a região subtropical do Brasil.

Outro resultado relevante é a ineficiência de aplicações sistemáticas de inseticidas altamente tóxicos e de amplo espectro registrados no cultivo convencional, evidenciando a necessidade de medidas alternativas de controle de *N. elegantalis* em substituição ao uso de inseticidas neurotóxicos. É um fato preocupante, uma vez que o efeito residual destes produtos podem causar intoxicação humana e animal e a contaminação do ambiente.

A presença de solanáceas silvestres é outro fator que pode influenciar a dinâmica populacional de *N. elegantalis*. Os resultados demonstraram que hospedeiros silvestres próximos a áreas de cultivo podem ser utilizados como refúgio contra alterações na cultura, como por exemplo, a aplicação de inseticidas, ou como hospedeiros alternativos no período de entressafra de solanáceas cultivadas.

Considerando o crescente interesse e aceitabilidade por produtores de práticas utilizadas no controle integrado de pragas, as informações sobre a ecologia de *N. elegantalis* contidas neste trabalho podem ser úteis para a elaboração de planos de manejo da espécie. As novas informações provenientes de aplicações práticas dos resultados aqui apresentados forçam a necessidade da adoção do monitoramento e da amostragem da praga na tomaticultura, originando novas hipóteses a serem testadas, contribuindo para a melhoria do plano de manejo de *N. elegantalis*.